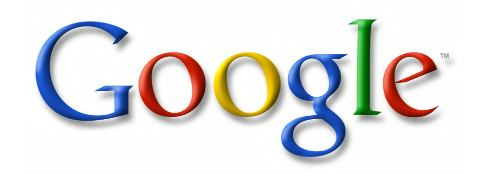





3 2044 107 271 330


The Gift of Friends
19 17
H M
From the Library of
Hugo Münsterberg
Professor of Psychology
1892–1916
Harvard College
Library



Pflanzenleben.

Zweiter Band.

Holzfreies Papier.

Pflanzenleben.

Von

Anton Kerner von Marilaun.

Zweiter Band.

Geschichte der Pflanzen.

Mit 1547 Abbildungen im Text und 20 Aquarelltafeln

von **E. Heyn**, **E. v. Ransonnet**, **J. Seelos**, **F. Teuchmann**, **O. Winkler** u. a.

Leipzig und Wien.

Bibliographisches Institut.

1891.

Inhalts-Verzeichnis.

Geschichte der Pflanzen.

Einleitung.

I. Die Entstehung der Nachkommenschaft.

II. Geschichte der Arten.

Illustrationen-Verzeichnis.

Aquarelltafeln.

Illustrationen im Text.

Geschichte der Pflanzen.

Einleitung.

Inhalt: Quellen zu einer Geschichte der Pflanzen. — Die Sprache der Botaniker.

Quellen zu einer Geschichte der Pflanzen.

Vom 16. bis in die zweite Hälfte des 18. Jahrhunderts war es üblich, den botanischen Werken den Titel: „Historia plantarum“ voranzusetzen. Für die meisten Gelehrten der damaligen Zeit waren die Werke von Theophrastus, dem berühmten Schüler des Aristoteles, sowie die 37 Bücher der „Historia naturalis“ von Plinius Quelle und Vorbild, und so war es gekommen, daß auch die Überschrift der neuen Bücher mit jener, welche Theophrastus und Plinius ihren für die damalige Zeit mustergültigen Werken gegeben hatten, in Einklang gebracht wurde. Alle diese Werke sind aber nichts weniger als eine Geschichte der Pflanzen, wenn man unter Geschichte die Darstellung der Veränderungen in Raum und Zeit begreift. In Wirklichkeit bergen die umfangreichen Folianten der Clusius, Bauhin und Haller, auf deren erstem Blatte die Worte „Historia plantarum“ prangen, nur Beschreibungen der Pflanzen nach äußern Merkmalen, und was diesen Beschreibungen noch beigefügt ist, beschränkt sich auf einige spärliche Angaben über die Orte, wo die betreffenden Gewächse wildwachsend angetroffen wurden. Später gab man solchen Werken, zumal dann, wenn sie die in einem bestimmten politisch abgegrenzten Lande unterschiedenen und durch genaue Beschreibungen festgestellten Pflanzenarten aufzählten, auch den Namen Floren, und dieser Name hat sich bis auf den heutigen Tag erhalten.

Ohne daß es die Verfasser beabsichtigt hatten, wurden diese Floren zu Quellenwerken für die eigentliche Geschichte der Pflanzenwelt. Ein Vergleich der Floren benachbarter Länder ergab nämlich, daß gewisse Pflanzen einen großen, andre nur einen kleinen Bezirk bewohnen, daß sich die Grenzen der auf engere Gebiete eingeschränkten Arten ähnlich wie die Wohnsitze verschiedener Rassen des Menschengeschlechtes auf der Landkarte durch Linien von bestimmter Richtung verzeichnen lassen, daß sich stellenweise die Verbreitungsgrenzen zahlreicher Arten häufen, und daß diese Grenzlinien mit verschiedenen äußern Ursachen in Zusammenhang gebracht werden können.

Jede Pflanze hat die Fähigkeit, sich zu vermehren. Sie sendet ihre Nachkommen als Ansiedler nach den verschiedenen Richtungen der Windrose aus und sucht dadurch ihren Verbreitungsbezirk zu erweitern. Gesetzt den Fall, es fände eine Pflanzenart an Orten mit siebenmonatlicher Schneedecke und fünfmonatlicher Vegetationszeit eben noch ihr Auskommen, sie vermehre sich dort, und ihre Abkömmlinge rückten als Kolonisten nach allen Weltgegenden vor, was würde geschehen, wenn diese Sendlinge an Stellen geraten, wo Schneedecke und Frost nicht sieben, sondern acht Monate anhalten, und wo die Vegetationszeit nicht auf fünf, sondern auf vier Monate beschränkt ist? Sie würden dem dort herrschenden unwirtlichen Klima erliegen, und die weitere Folge wäre, daß die in Rede stehende

Art die Grenze ihrer Verbreitung an einer Linie findet, welche alle Orte mit dem erwähnten unwirtlichen Klima verbindet. Das schließt nicht aus, daß nach andern Seiten hin für dieselbe Art andre Ursachen eine Schranke der Ausbreitung bilden. Es können nämlich auch Eigentümlichkeiten des Bodens die Ansiedelung verhindern, es kann die Ausbreitung an dem Widerstande der schon seit langer Zeit an dem betreffenden Orte seßhaften Pflanzenwelt scheitern, und was dergleichen Hindernisse noch mehr sind. Solche Erfahrungen, welche sich infolge des Vergleichens verschiedener Floren aufdrängten, führten zu eingehenden Studien über die Vermehrungs- und Verbreitungsmittel der Gewächse, über die mannigfaltigen Einrichtungen der Fortpflanzung und über die Ausrüstungen, welche die Nachkommenschaft eines Stockes zur Ansiedelung in weiterm Umkreise befähigen.

Hand in Hand mit diesen Studien über die Geschichte der einzelnen Individuen entwickelte sich eine eigne Disziplin, deren Ziel es war, die thatsächlich nachgewiesenen Grenzlinien der Verbreitung bestimmter Arten, die sogenannten Vegetationslinien, festzustellen, alle entlang dieser Linie herrschenden, auf das Pflanzenleben Einfluß nehmenden Verhältnisse des Bodens und Klimas zu ermitteln und so die möglichen Ursachen der Verbreitungsgrenzen zu erwägen. Ebenso wurde das Verschieben der Vegetationslinien, das Vordringen einzelner Arten nach dieser oder jener Richtung, das Verdrängen und Aussterben andrer in historischer Zeit in den Kreis der Beobachtungen gezogen und so eine Chronik der Pflanzenwanderung in Anregung gebracht.

Die Entdeckung einer ungeahnten Menge von Gewächsen, welche in längst vergangenen Zeiten unsre Erde bevölkerten und sich im fossilen Zustande erhalten haben, drängte auch zu Vergleichen der jetzt lebenden mit untergegangenen Pflanzenformen. Der Gedanke, daß die gegenwärtig existierenden Arten von den untergegangenen abstammen, war nicht abzuweisen, er war vielmehr so anziehend, daß er mit größtem Interesse und mit wahrem Feuereifer verfolgt wurde. Die Untersuchungen über die Abstammung führten aber naturgemäß auch auf die Frage nach der Entstehung, zu Forschungen nach der Geschichte der Arten.

Und immer weiter dehnte sich der Gesichtskreis. Die niedern Weiden- und Birkensträucher, welche heutzutage lebend in Grönland angetroffen werden, können nicht Abkömmlinge der Ahorne und der Buchenbäume sein, welche dort in der Tertiärzeit gelebt haben, so wenig, als die Erlen und Fichten, welche gegenwärtig auf dem Boden über den Braunkohlenlagern bei Häring in Tirol gedeihen, von den Proteaceen und Myrtaceen abstammen können, welche zufolge der fossilen Reste ehemals an den genannten Orten gewachsen waren. Es müssen räumliche Veränderungen stattgefunden haben, Verschiebungen der Floren in großem Maßstabe, nicht unähnlich den Zügen der Menschen zur Zeit der Völkerwanderung, Gestaltungen neuer Florenreiche, zu vergleichen den Staatenbildungen durch die sich verdrängenden und vermengenden Rassen und Nationen des Menschengeschlechtes. Die Erkenntnis der Abhängigkeit der Pflanzengestalt von Klima und Boden in der Gegenwart berechtigt aber, auf einen ähnlichen Zusammenhang der Formen mit den Lebensbedingungen des Pflanzenlebens in vergangenen Zeitläuften zurückzuschließen, und gestattet auch den Anstoß zu den Wanderzügen, die Ursache der Bildung neuer Florenreiche zu ergründen. Die Erörterung dieser Verhältnisse ist die Geschichte der Pflanzenwelt in des Wortes vollster Bedeutung, sie ist das großartigste, das höchste und letzte Ziel, das wir mit allen unsern botanischen Forschungen anstreben.

Der erste Versuch einer solchen Geschichte der Pflanzenwelt wurde von dem weitblickenden, in allen Zweigen der Botanik gleich bewanderten Unger gewagt und stammt aus dem Jahre 1853. Seither hat sich eine Fülle neuer Entdeckungen in der Alten und Neuen Welt aufgehäuft. Zielbewußte Männer von hüben und drüben suchen die fossilen Schätze zu heben und geistig zu verwerten, aber bislang ist die jüngste der botanischen Disziplinen

noch nicht zu einem befriedigenden Abschlusse gelangt. Wir befinden uns inmitten einer Stromschnelle; das Wasser des Stromes ist infolge überreichlicher Zuflüsse zur Hochflut angeschwollen, und da hält es schwer, das Steuer zu führen, die Untiefen zu vermeiden und in den ruhigen, sichern Hafen einzulaufen. In einigen Dezennien dürfte es vielleicht möglich sein, auf Grund des bis dahin gesichteten Urkundenmaterials aus alter und ältester Zeit eine sorgfältig ausgeführte Geschichte der Pflanzenwelt zu schreiben, heute muß ich mich noch bescheiden, eine Skizze der in der Pflanzenwelt sich vollziehenden Veränderungen in allgemeinen Umrissen und vielfach noch in verschwommenen Linien vorzuführen.

Aus diesen einleitenden Bemerkungen über die Quellen, welche wir zur Darstellung einer Pflanzengeschichte benutzen, ergibt sich auch der Plan für die Einteilung des im zweiten Bande des „Pflanzenlebens" zu behandelnden Stoffes. Dem Entwickelungsgange der Kenntnisse soll sich auch die Darstellung anschließen. Der Geschichte der als ein einziges großes Gemeinwesen aufgefaßten gesamten Pflanzenwelt hat die Geschichte der Arten vorauszugehen. Jede Art ist aber der Inbegriff von ungezählten, in ihrer Konstitution und in ihren äußern Merkmalen übereinstimmenden Individuen, und die Geschichte der Arten setzt daher die Kenntnis der Geschichte des Individuums voraus. Die allererste Aufgabe dieses Buches ist daher die Schilderung der Verjüngung, Vermehrung und Verbreitung der Individuen sowie die Darstellung der Mittel, mit deren Hilfe sich die einzelne Pflanze erhält, sich einen Wohnsitz erringt und denselben bis zum Zeitpunkte des Ersatzes durch eine lebensfähige Nachkommenschaft festzuhalten vermag.

Die Sprache der Botaniker.

Vor Beginn dieser Schilderungen fühle ich mich gedrängt, über die dabei zu gebrauchenden botanischen Kunstausdrücke noch einige Worte einzuschalten. Das Bedürfnis nach kurzen und bündigen Bezeichnungen für bestimmte Gestalten, Einrichtungen und Vorgänge war immer und überall vorhanden, und es wurde demselben auch von den Männern der Wissenschaft mit mehr oder weniger Geschick zu allen Zeiten Rechnung getragen. Begreiflicherweise kommt in diesen Bezeichnungen nicht nur der Standpunkt, welchen die thatsächliche Kenntnis vom Leben der Pflanzen gerade erreicht hatte, zum Ausdrucke, sondern es spielen auch die Auffassungen einzelner hervorragender Naturforscher und die Hypothesen, welche zeitweilig in die Mode kamen, eine wichtige Rolle. Oft genug wiederholt sich, und zwar nicht zum Vorteile der wahren Erkenntnis, die Erscheinung, daß die durch Spekulation gewonnenen Vorstellungen als „Naturgesetze" hingestellt, und daß die erst nachträglich gemachten Beobachtungen so lange gedreht, gewendet und zugeschnitten wurden, bis sie als thatsächliche Beweise für die Spekulation gelten konnten. Wieviel bei solchem Vorgehen auf Selbsttäuschung beruht, wieviel auf Rechnung persönlicher Vorurteile und Rechthaberei der Forscher zu bringen ist, soll nicht untersucht werden. So viel ist gewiß, daß ein solches verkehrtes Vorgehen, wenn es noch dazu durch den Autoritätsglauben der gedankenlosen Menge gestützt wird, ein Hemmschuh für die wahre Wissenschaft ist. Zum Glücke wohl nur ein Hemmschuh; denn früher oder später kommt doch immer wieder die Überzeugung zur Geltung, daß unsre Vorstellungen über die Geschichte der Pflanzen aus den unverkürzten und unverfälschten Thatsachen erst abzuleiten sind, und nicht umgekehrt die Thatsachen einer vorgefaßten Meinung zuliebe zubereitet, teilweise als Ausnahme erklärt oder gar verschwiegen und übergangen werden dürfen.

In allen Wissenschaften, welche genötigt sind, Kunstausdrücke zu schaffen, nicht zum wenigsten in der Botanik, kommt es nun vor, daß die auf Grund von ungenügenden

Erfahrungen, unvollkommenen Beobachtungen, Selbsttäuschung und vorgefaßten Meinungen aufgebauten Vorstellungen aus früherer Zeit ihre Spuren in der Terminologie zurückgelassen haben, und es ist wiederholt die Frage aufgeworfen worden, ob Namen und Bezeichnungen, welche bei jenen, die in unsern Büchern Belehrung suchen, leicht falsche Vorstellungen erwecken können, beibehalten oder ausgemerzt und durch neue ersetzt werden sollen. Für beides sprechen gewichtige Gründe. Für das Beibehalten spricht insbesondere der Umstand, daß es dadurch den Lesern neuerer Schriften leichter gemacht wird, sich auch in den Werken älterer Botaniker zurechtzufinden. Auch ist zu bedenken, ob nicht nach dem Ausmerzen alter und bei der Bildung neuer Bezeichnungen dieselben Fehler begangen werden könnten, in welche unsre Vorfahren verfallen sind. Wer wie ich durch mehr als vier Dezennien auf dem Felde der Botanik gearbeitet hat und es erlebte, daß durchschnittlich alle zehn Jahre ein Wechsel in den herrschenden Vorstellungen eingetreten ist, wer es gesehen hat, wie Theorien, welche eine Zeitlang alle Zweige des Wissens beeinflußten und für viele Forschungsgebiete geradezu maßgebend wurden, dennoch über kurz oder lang andern neuern weichen mußten, und wer es erfahren hat, wie oft der Naturforscher genötigt wird, infolge neuer unerwarteter Entdeckungen alte gewohnte, liebgewordene und für unerschütterlich gehaltene Vorstellungen fahren zu lassen und durch neue zu ersetzen, wird nachgerade recht bescheiden, mißt auch den selbstgewonnenen Theorien nur einen ich möchte sagen zeitweiligen Wert bei und ist darauf gefaßt, daß nach einigen Dezennien das, was jetzt der Wahrheit am nächsten zu stehen scheint, durch andres, was der Wahrheit noch näher kommt, ersetzt werden wird.

Wenn aber auf jeder neuerreichten Stufe des Wissens die veralteten, nicht mehr ganz zutreffenden Ausdrücke und Bezeichnungen zurückgelassen und durch andre neue ersetzt würden, und wenn überdies für jede Modifikation aller beobachteten Vorgänge und Erscheinungen immer wieder neue Namen eingeführt werden sollten, so müßte dadurch die Zugänglichkeit unsrer Wissenschaft eine bedauerliche Beschränkung erfahren. Es müßte dann der heiß ersehnte Einblick in das geheimnisvolle Leben der Pflanzen durch das Erlernen einer eignen gelehrten Sprache erkauft werden, und die Botanik würde noch mehr, als ohnedies schon der Fall ist, zu einer Disziplin für zünftige Gelehrte und nicht zum Gemeingute der vielen Wißbegierigen, welche ein Recht auf die Ergebnisse unsrer Forschungen haben.

Es sollen daher die eingebürgerten Kunstausdrücke soweit als thunlich beibehalten, dort, wo sie nicht mehr ganz zutreffend sind, kurz erläutert und dann, wenn sich die Begriffe erweitert oder verengert haben, auch die althergebrachten Namen im weitern oder engern Sinne genommen werden. Nur dort, wo die Verständlichkeit und Übersichtlichkeit gewinnt, können neue Ausdrücke eingeführt werden, aber auch diese nur im Einklange mit den schon vorhandenen. Womöglich sollen die Kunstausdrücke in dem deutsch geschriebenen Buche auch deutsch sein. Die entsprechenden aus der griechischen und lateinischen Sprache entlehnten Bezeichnungen werden in den meisten Fällen einschaltungsweise vorkommen, um den Vergleich mit andern botanischen Werken zu ermöglichen.

Immer ist die Verwendung deutscher Ausdrücke freilich nicht durchführbar. Manche Wörter, welche aus der Zeit herstammen, in welcher die Sprache der Gelehrten ausschließlich die lateinische und griechische war, haben sich in den botanischen Werken so eingebürgert, daß ein Ersetzen derselben durch andre für die Verständlichkeit eher schädlich als nützlich wäre. Zudem kann es vorkommen, daß ganz genau deckende Wörter aus dem deutschen Sprachschatze für sie gar nicht zur Verfügung stehen, und in solchen Fällen mag man getrost die Fremdwörter beibehalten.

Es ist übrigens merkwürdig, daß gerade mehrere solche längst eingebürgerte und auch von den Botanikern häufig gebrauchte Fremdwörter ursprünglich etwas ganz andres bedeuteten, als was wir heute mit ihnen sagen wollen. Gleich im ersten Abschnitte dieses Buches

wird eine Reihe solcher Fremdwörter in Gebrauch kommen. Es soll da die Geschichte des Pflanzenindividuums behandelt werden. Was ist ein Individuum? Das Wort kommt von dividere, teilen, und bedeutete ursprünglich ein Ding, das nicht teilbar ist. Nun gibt es aber keine Pflanze, die nicht teilbar wäre. Erhaltung, Verjüngung und Vervielfältigung der Pflanzen sind mit Teilungsvorgängen verbunden, und eine Pflanzenart, deren Individuen nicht teilbar wären, würde unrettbar dem Untergange geweiht sein. In der unbedingten Unteilbarkeit kann daher das Bezeichnende des Individuums nicht liegen. Man hat darum in die Definition eine Bedingung eingeschaltet und das Individuum als ein Ding erklärt, das nicht geteilt werden kann, ohne aufzuhören, das zu sein, was es vorher war, ein für sich bestehendes organisiertes Wesen, an dem jeder einzelne Teil unentbehrlich zum Ganzen gehört. Aber auch diese Definition ist für die Pflanzen nicht zutreffend. Der lebendige Protoplast einer einzelligen Pflanze, der ohne weiteres als Individuum aufgefaßt werden muß, teilt seinen Leib in zwei Hälften, die sich trennen, selbständig werden und nun zwei voneinander unabhängige Individuen darstellen. Damit ist aber auch ein Fingerzeig für die Definition gegeben. Das Pflanzenindividuum ist ein Wesen, welches selbständig und ohne Beihilfe der andern gleichgestalteten Wesen lebt und leben kann. Es gibt Pflanzenindividuen, welche nur aus einer einzigen, und solche, welche aus mehreren gemeinschaftlich lebenden Protoplasten bestehen. Im letztern Falle kommt es meistens zur Teilung der Arbeit und dem entsprechend zu einer verschiedenen Ausbildung der einzelnen Teile des Individuums; aber auch dann ist die Individualität durch die Teilung nicht notwendig aufgehoben. Wo die Teilung der Arbeit so weit gediehen ist wie in dem Pflanzenstocke (vgl. Bd. I, S. 545), glaubte man zusammengesetzte Individuen annehmen zu müssen. Jeder einzelne Sproß wurde als Individuum aufgefaßt, weil er die Fähigkeit besitzt, vom Stocke abgetrennt weiterzuleben, und es wäre demnach jeder Pflanzenstock aus so und so vielen einzelnen Individuen aufgebaut. Da aber auch jedem Gliede des Sprosses die Fähigkeit zukommt, getrennt von den andern Gliedern weiterzuleben und eine neue selbständige Pflanze hervorzubringen, so wurden später die Sproßglieder als Individuen aufgefaßt und für dieselben die Bezeichnung Anaphyten in Anwendung gebracht. Inwieweit diese Auffassung für den Generationswechsel von Bedeutung ist, wird später zu erörtern sein. Hier wäre ein weiteres Eingehen auf dieselbe nicht am Platze.

Auch noch einer andern Auffassung des Pflanzenindividuums ist hier zu gedenken. Nachdem es nicht anging, das Pflanzenindividuum als ein Unteilbares zu definieren, kam man zu dem seltsamen Auskunftsmittel, teilbare Individuen anzunehmen, und verband mit dieser Annahme die Vorstellung, daß alle auf ungeschlechtlichem Wege entstandenen und selbständig gewordenen Teile zu einem einzigen Individuum gehören. Die 30 oder 40 binnen einigen Jahren aus einer Kartoffelknolle entstandenen jungen Kartoffelknollen, die zahllosen durch Stecklinge von einem alten Nelkenstocke herleitbaren jungen Nelkenstöcke wurden sämtlich als zusammengehörig, als ein einziges Individuum aufgefaßt; es sollte überhaupt nur ein auf geschlechtlichem Wege erzeugtes Lebewesen als Individuum Geltung haben, und die von demselben sich ablösenden Stecklinge, Knöllchen und dergleichen wären zufolge dieser Auffassung lediglich Teile dieses einen Individuums, wenn sie auch, weit voneinander getrennt, selbständig weiterzuleben im stande sein sollten.

Diese von den Philosophen ausgeheckte Definition des Pflanzenindividuums ist von den Naturforschern niemals ernst genommen worden, und ich führe sie auch nur aus dem Grunde an, weil durch sie eine andre wichtige Frage berührt wird, welche ich in den drei ersten Abschnitten dieses Buches in ausführlicher Weise zu besprechen gedenke. Ich meine die Frage nach der Fortpflanzung oder Generation der Pflanzen. Die in der letzten Zeit mit bewunderungswerter Hingebung von den scharfsichtigsten Botanikern durchgeführten

Untersuchungen über die Vermehrungsweisen der Pflanzen haben zu dem Ergebnisse geführt, daß in den meisten, wahrscheinlich sogar in allen Abteilungen des Gewächsreiches eine zweifache Art der Fortpflanzung vorkommt. Immer sind es zwar einzelne Protoplasten, welche die Ausgangspunkte für die neuen Individuen bilden, aber in dem einen Falle bedürfen sie zu ihrer weitern Entwickelung keiner besondern Anregung durch Verbindung mit andern Protoplasten, und dann spricht man von **ungeschlechtlicher** Fortpflanzung, in dem andern Falle dagegen muß eine materielle Vereinigung von zwei an räumlich getrennten Punkten entstandenen Protoplasten, also eine Paarung, stattfinden, wenn ein neues Wesen, ein neues Individuum hervorgehen soll, und dann spricht man von **geschlechtlicher** Fortpflanzung. Alle auf die erste Art gebildeten Individuen werden unter dem Namen **Ableger**, alle auf die zweite Art entstandenen Individuen unter dem Namen **Früchte** zusammengefaßt.

Die **Ableger** erscheinen in allen möglichen Abstufungen, von der einzelnen Zelle bis zum Pflanzenstocke. Einzellige Ableger werden **Sporen**, mehrzellige **Thallidien** und jene, welche Sproßanlagen darstellen, **Knospen** genannt. Die knospenförmigen Ableger lösen sich entweder von der lebendigen Stammpflanze ab, oder, was häufiger vorkommt, sie werden dadurch selbständig, daß die Stammpflanze, aus welcher sie hervorgegangen sind, abstirbt. Im letztern Falle erhalten sich die Ableger in nächster Nähe des Standortes ihrer Stammpflanze. An Bäumen und Sträuchern trennen sich die Knospen nicht von dem Stocke, an dem sie ausgebildet wurden, wachsen im Verbande mit diesem zu Sprossen heran, und es entstehen auf diese Weise die oben erwähnten zusammengesetzten Individuen. Weit seltener kommt es vor, daß sich ausgewachsene **Sprosse** von der Stammpflanze ablösen und zu Ablegern werden.

Auch die **Früchte** erscheinen in allen möglichen Abstufungen, bald als einzelne Zellen, bald als Zellenverbände, bald als kleine Pflanzenstöcke. Gewöhnlich trennt sich die reife Frucht oder doch der wichtigste Teil derselben, welcher das **befruchtete Ei** oder den aus diesem hervorgegangenen **Embryo** enthält, von der Stammpflanze ab; in manchen Gruppen des Pflanzenreiches aber, wie z. B. bei den Farnen, Moosen, Flechten und Florideen, bleibt die Frucht an der Stelle, wo sie erzeugt wurde, und wächst im Verbande mit der Mutterpflanze zu einer neuen Generation heran, welche aber keine Früchte, sondern Sporen ausbildet. Wenn an einem Gewächse die Fortpflanzung durch Ableger und die Fortpflanzung durch Früchte in bestimmter Weise abwechseln, so spricht man von einem **Fortpflanzungswechsel** oder **Generationswechsel**. Bisher waren der Generationswechsel sowie die Befruchtung in ihren letzten Gründen und in ihrer Bedeutung für die Geschichte der Pflanzenwelt unerkannt und rätselhaft. In einem der folgenden Abschnitte dieses Buches soll der Versuch gemacht werden, das große Rätsel zu lösen.

I. Die Entstehung der Nachkommenschaft.

1. Fortpflanzung und Vermehrung durch Ableger.

Inhalt: Sporen und Thallidien. — Wurzelständige Knospen. — Stammständige Knospen. — Blattständige Knospen.

Sporen und Thallidien.

Die alten Kräuterbücher enthalten in dem Kapitel, das von den Farnen handelt, stets den Hinweis auf die merkwürdige Erscheinung, daß die genannten Gewächse zwar nicht blühen und fruchten, sich aber dennoch reichlich fortpflanzen und vermehren, daß sie häufig ganz unerwartet in der Kluft einer Felswand oder in der Ritze einer alten Mauer auftauchen, ohne daß man dort früher Samen zu sehen Gelegenheit hatte. In Deutschland fabulierte man davon, daß die Samen der Farnkräuter nur zur Zeit der Sonnenwende auf eine geheimnisvolle Weise ausgebildet werden, und daß diese Samen nur von Eingeweihten unter Anwendung gewisser Zaubersprüche in der Johannisnacht gesammelt werden könnten. Hieronymus Bock, 1532 Prediger und Arzt in Hornbach, der nach der Sitte damaliger Zeit seinen Namen ins Griechische übersetzte und sich Tragus nannte, war der erste, welcher diesem abergläubischen Firlefanz entgegentrat und sich überzeugte, daß man auch ohne Beschwörungsformeln den „Farnkrautsamen" zu gewinnen im stande sei. In dem 1539 herausgegebenen Kräuterbuche erzählt er seine in mehrfacher Beziehung interessanten Versuche beim Aufsammeln der Farnkrautsamen in nachfolgender Weise. „Alle Lehrer schreiben Farnkraut trag weder blumen noch samen, jedoch so hab ich zum vierdtenmal auff S. Johannis nacht dem samen nachgangen, und morgens fruh ehe der tag anbrach, schwartzen kleinen samen wie Magsamen auff Düchern und breittem Wullkrautblettern auffgehaben, unter einem stock mehr dann underm andern .... Zu solchem handel hab ich kein segen, kein beschwerung noch Character gebraucht, sonder ohn alle superstition dem samen nachgangen und funden, doch ein Jar mehr dann das andere, binn etwann auch vergebens hinnauß gangen. Wann ich den samen hab wöllen holen, bin ich nicht allein gangen, etwann zwen zu mir genommen, und nachts in derselben gegne (da nicht vil überlauffens war) ein groß Fewr gemacht, und über nacht also lassen brennen. Wie nun solches zugehe, oder was für ein geheimnuß die Natur damit gemein, ist mir verborgen. Das hab ich wöllen anzeigen, sintemal alle Lehrer den Farn ohne Samen beschreiben."

Daß Hieronymus Bock mit den braunen Samen jene Gebilde gemeint hat, welche Linné um zwei Jahrhunderte später Sporen nannte, unterliegt wohl keinem Zweifel. Aber auch zur Zeit Linnés herrschte über die Sporen, insbesondere über die Beziehungen derselben zu den Früchten, vollständiges Dunkel. Das aus dem Griechischen entlehnte Wort

Spore bedeutet eigentlich soviel wie Same, und man hielt die Sporen auch für absonderliche Samen, die durch geheimnisvolle Befruchtungsvorgänge entstanden seien. Noch vor 50 Jahren definierte man die Spore als „den dem Samen entsprechenden Teil der kryptogamischen Gewächse, woraus sich eine neue Pflanze entwickeln kann, der jedoch keinen Keim enthält“.

Erst im Jahre 1848 wurde die Befruchtung und überhaupt die ganze Entwickelungsgeschichte der Farne entdeckt, und es ergab sich, daß diese Gewächse zweierlei regelmäßig abwechselnde Generationen ausbilden, eine unscheinbare, welche Befruchtungsorgane trägt und Früchte erzeugt, und eine zweite, durch ihre Wedel in die Augen fallende, welche aus der mit der Mutterpflanze im Verbande bleibenden Frucht entspringt und Sporen hervorbringt. Die Wedel der Farne tragen demnach keine Befruchtungsorgane, und die an ihnen entstehenden Sporen können daher auch nicht als Früchte und ebensowenig als deren Teile, als Samen, angesprochen werden.

Manche erklären zwar den ganzen wedeltragenden Farnstock als Frucht, die Sporen an den Wedeln als Teile dieser Frucht, und sind dann zu der Annahme gezwungen, daß es Früchte gebe, welche Wurzel schlagen, sich durch Ausläufer vermehren, viele Jahre fortwachsen und alljährlich neue Wedel mit Sporen treiben. Von diesem Standpunkte, dem ich mich nicht anschließen kann, wäre der mächtige hundertjährige Stock eines Baumfarnes eine Frucht, und es müßte auch ein ganzer Bestand aus Schachtelhalmen konsequenterweise als zu einer Frucht gehörend angesehen werden. Andre Botaniker wieder meinen, der Farnstock mit seinen Wurzeln und Wedeln sei zwar nicht die Frucht selbst, aber da er gar nicht zum Vorscheine käme, wenn nicht an der vorangegangenen Generation eine Befruchtung stattgefunden hätte, so sei die Sporenbildung der Farne doch eigentlich von der Befruchtung abhängig, und es müßten daher die Sporen der Farne und der verwandten Schachtelhalme und Bärlappe von den Sporen andrer Kryptogamen unterschieden werden. Dagegen ist nun zweierlei einzuwenden. Erstens kennt man viele Farne, bei welchen aus der ersten Generation, ohne daß dort eine Befruchtung stattgefunden hätte, dennoch ein Farnstock mit sporentragenden Wedeln hervorwächst, welcher sich von den aus Früchten der ersten Generation entsprossenen Stöcken in keiner Weise unterscheidet, und zweitens wäre nicht einzusehen, warum gerade bei den Farnen die sporentragende Generation von der an der ersten Generation erfolgten Befruchtung mehr abhängen sollte als bei vielen andern Kryptogamen, welche gleichfalls einen Generationswechsel zeigen.

Die Sporen der Farne und überhaupt aller sogenannten Kryptogamen sind demnach nicht das direkte Ergebnis einer Befruchtung und darum auch keine Teile von Früchten, sondern **Ableger**. Sie sind den später zu besprechenden knospenförmigen Ablegern an die Seite zu stellen, unterscheiden sich aber von diesen dadurch, daß aus ihnen immer nur ein Lager, ein sogenannter Thallus, und niemals ein beblättertes Stammgebilde hervorwächst. Für die Kryptogamen sind sie geradeso bezeichnend wie die Knospen für die Phanerogamen oder Blütenpflanzen, und da der Name Kryptogamen weder in seinem ursprünglichen Anlaute noch auch in der Übersetzung „Geheimblütler“ heutzutage recht passen will, so wird das Wort Kryptogamen in neuerer Zeit vielfach durch die Bezeichnung Sporenpflanzen ersetzt. Als man den Fortpflanzungswechsel der Sporenpflanzen noch nicht kannte, wurde auch für viele Früchte und Fruchtanlagen, zumal dann, wenn sie einzellig waren, der Name Sporen angewendet, was aber heutzutage sorgfältig vermieden werden sollte. Bei der Besprechung der Früchte und ihrer Ausgangspunkte wird sich die Gelegenheit ergeben, hierauf nochmals zurückzukommen.

Die **Ausgangspunkte der Sporen** sind ungemein verschieden. An der einen Pflanze erscheinen Zellennester im Innern umfangreicher Gewebe, an der andern einzelne oberflächlich gelegene Zellen, bald ist es der Teil eines grünen Stammes oder Blättchens,



FARNE AUF EINER DILUVIALEN MORÄNE IN TIROL.

(Nach der Natur von E. Heyn.)


Polypodium
vulgare
Pteris
aquilina
Aspidium
Filix mas

bald der protoplasmatische Inhalt schlauchförmiger Gebilde im Lager chlorophylloser Pflanzen, und wieder in andern Fällen sind es die abgeschnürten Enden von Hyphenfäden, welche sich als Bildungsstätten und Ausgangspunkte von Sporen ergeben. Von dieser unendlichen Mannigfaltigkeit gewinnt man die beste Übersicht, wenn man die Sporen mit Rücksicht auf ihre Ausgangspunkte in Gruppen zusammenstellt.

Eine Gruppe umfaßt alle jene Sporen, welche in den Zellen eines Gewebes entstehen. Es gehören hierher die Sporen der Farne und Wasserfarne, der Schachtelhalme und Bärlappe und der zahlreichen Laub- und Lebermoose. Bei einem Teile der Farne erheben sich aus der Oberhaut, welche die Stränge der Wedel bekleidet, einzelne Papillen, deren jede durch eine Querwand in ein freies Ende und in eine Stielzelle gegliedert wird. Beide Zellen der Papille fächern sich und bilden Gewebekörper, von welchen jener, der aus der freien Endzelle hervorgegangen ist, eine eiförmige oder kugelige Gestalt annimmt. In diesem letztern Gewebekörper unterscheidet man dann eine tetraedrische Mittelzelle und eine aus mehreren Zellenlagen bestehende Hülle. Durch Fächerung der Mittelzelle entsteht ein kleiner ballenförmiger Zellenverband, und da sich die innere Zellenlage der Hülle inzwischen aufgelöst hat, so präsentiert sich jetzt das Ganze als ein Behälter, der einen von flüssiger Masse umgebenen Zellenballen einschließt. Jede der Zellen dieses Ballens teilt sich nun in vier Fächer, die Protoplasten, welche den Inhalt der Fächer bilden, versehen sich mit einer Haut und werden, nachdem sich das Fächerwerk ihrer Bildungsstätte aufgelöst hat, getrennt. Es sind diese getrennten Zellen, welche dem freien Auge als pulverige Masse erscheinen, die Sporen. Wie erwähnt, hat sich von den Zellenlagen, welche die Hülle des sporenbildenden innern Gewebes bildeten, nur die innere aufgelöst, die äußere ist verblieben und stellt eine Art Kapsel dar, die man Sporenbehälter oder Sporangium nennt (s. Abbildung, S. 12, Fig. 13, 14 und 15). Eine Gruppe aus solchen Sporenbehältern wird Häufchen oder Sorus geheißen. Bei den Polypodiaceen, einer Abteilung der Farne, welcher die meisten europäischen Arten angehören, und deren verbreitetste Formen auf der beigehefteten Tafel „Farne auf einer diluvialen Moräne in Tirol" von E. Heyn meisterhaft dargestellt wurden, sieht man die Häufchen an der Rückseite der Wedel (s. Abbildung, S. 12, Fig. 5). Es erheben sich daselbst über den das grüne Gewebe durchziehenden Strängen Zellengruppen wie kleine Polster; jede Zelle dieser polsterförmigen Wülste kann zu einem gestielten Sporenbehälter auswachsen, und bisweilen besteht ein einziges Häufchen aus nicht weniger als 50 solchen gestielten Sporenbehältern. Auch bei den Cyatheaceen, zu welchen die meisten Baumfarne gehören, bilden sich die Häufchen an der untern Seite der Wedel aus, aber der Bildungsherd für jedes Häufchen ist hier ein Zapfen, welcher auf der Wedelfläche senkrecht steht. Die aus den Oberhautzellen dieses Zapfens hervorgehenden Sporenbehälter sind sehr kurz gestielt, und von dem grünen Gewebe des Wedels erhebt sich überdies ein Ringwall, der den sporangientragenden Zapfen wie ein Becher umgibt (s. S. 12, Fig. 10, 11 und 12).

Bei den zarten, ungemein zierlichen, bisweilen an Moose erinnernden, zumeist den tropischen Gegenden angehörenden Hymenophyllaceen erstrecken sich die Stränge, welche die Wedelabschnitte durchziehen, über den Rand des grünen Gewebes hinaus und bilden einen griffelförmigen Fortsatz, dessen Oberhautzellen zu Ausgangspunkten für die Sporenbehälter werden. Der griffelförmige Fortsatz erscheint dann wie eine Spindel, welche die Sporenbehälter trägt, und der ganze Sorus hat die Gestalt einer kleinen Ähre. Jeder ährenförmige Sorus aber steckt in einem Becher, da sich das grüne Gewebe des Wedels am Rande der Abschnitte als ein Ringwall erhebt (s. S. 12, Fig. 2 und 3).

Bei den drei oben genannten Gruppen der Farne sind die Sporenbehälter aus Oberhautzellen hervorgegangen, bei den Gleicheniaceen und Schizäaceen, von welchen zwei Repräsentanten in Fig. 6 und 7, S. 12, abgebildet erscheinen, sind die Sporenbehälter umgewandelte



Farne: 1. Nephrolepis Duffi. — 2. Trichomanes Lyelli. — 3. Sorus desselben Farnes mit becherförmiger Hülle; Längsschnitt. — 4. Rhipidopteris peltata. — 5. Polypodium serpens. — 6. Wedelabschnitt von Gleichenia alpina. — 7. Schizaea fistulosa. — 8. Botrychium lanceolatum. — 9. Untere Seite eines Wedelabschnittes von Gleichenia alpina; in den zwei obern Gruben sind die Sporangien von Blättchen verdeckt, in den untern sind sie entblößt. — 10, 11. Wedelabschnitt der Cyathea elegans. — 12. Längsschnitt durch einen Sorus und Becher von Cyathea. — 13. Sporangium von Cyathea; — 14. von Polypodium; — 15. von Schizaea. — 16. Unterseite des Prothalliums eines Milzfarnes. — Fig. 1, 2, 4, 5, 6, 7, 8 in natürlicher Größe; Fig. 3, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16: 5—20fach vergrößert. Vgl. Text, S. 11, 13, 37, 62 und in spätern Kapiteln.

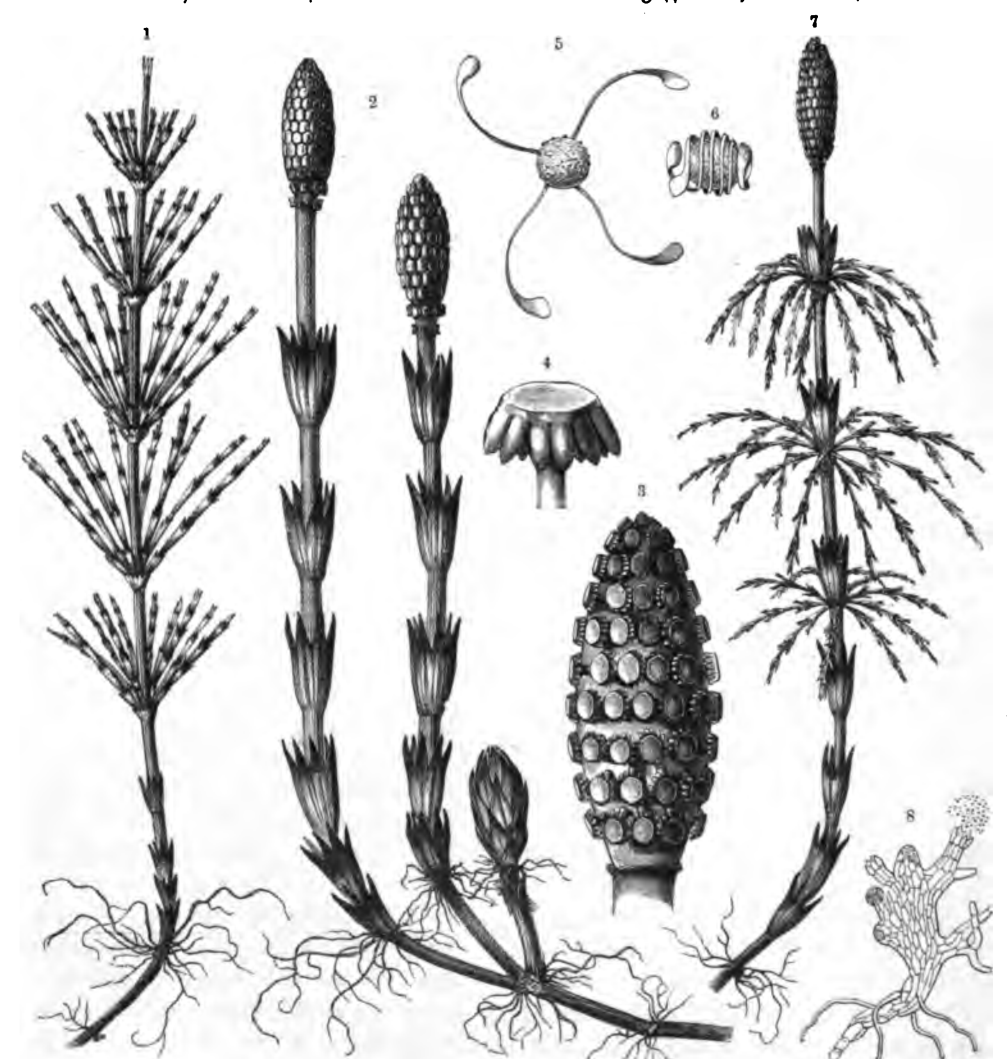
Blättchen. Hierzu muß die Bemerkung eingeschaltet werden, daß die Wedel der Farne trotz ihrer Ähnlichkeit mit Laubblättern nicht als solche, sondern als Flachsprosse (Phyllokladien) aufzufassen sind, und daß die von den Wedeln ausgehenden Schuppen als Blättchen zu gelten haben, worauf später noch wiederholt die Rede kommen wird. Einzelne dieser schuppenförmigen Blättchen sind nun bei den genannten beiden Abteilungen der Farne in Sporenbehälter metamorphosiert, andre wieder bilden eine schützende Hülle der in den reihenweise geordneten grubigen Aushöhlungen der Wedelabschnitte sitzenden rundlichen Sporenbehälter. Die Figur 9, S. 12, zeigt dieses Verhältnis sehr schön an einem vergrößerten Wedelabschnitte der Gleichenia alpina.

Dem Ursprunge und der Entwickelung nach wieder ganz verschieden sind die Sporen und Sporangien in jener Abteilung der Farne, welche unter dem Namen Ophioglosseen begriffen wird, und von welcher eine Art, nämlich die lanzettförmige Mondraute (Botrychium lanceolatum), in Fig. 8 der Abbildung auf S. 12 dargestellt ist. Als Bildungsherde der Sporen erscheinen bei diesen Farnen Zellennester inmitten des Gewebes der Wedel. Die Zellen dieser Nester fächern sich in vier Kammern, deren Protoplasten sich mit einer Haut versehen und zu Sporen werden. Infolge der Auflösung des Fächerwerkes werden dann die Sporen frei und erfüllen als ein feines Pulver kleine blasige Hohlräume im Gewebe der Wedelteile. Die Oberhaut dieser Wedelteile ist nun zur Wand der Hohlräume, zur Wand der Sporangien geworden.

An jedem Stocke der Ophioglosseen unterscheidet man zweierlei Wedel: solche, welche keine Sporen entwickeln und das Ansehen eines grünen Laubes haben, und solche, an welchen sich Sporenbehälter ausbilden, und die dann fast nur aus den trauben- oder ährenförmig gruppierten Sporangien bestehen (s. S. 12, Fig. 8). Auch bei vielen Farnen, die in andre Abteilungen gehören, ist Ähnliches zu beobachten, so z. B. an den auch in der europäischen Flora vertretenen Gattungen Allosurus, Struthiopteris und Blechnum. An andern, wie z. B. an dem Traubenfarn (Osmunda regalis), bilden sich nur an dem obern Teile eines Wedels Sporangien, während die untern Abschnitte laubartiges Aussehen haben. Sehr eigentümlich nimmt sich der auf S. 12, Fig. 4 abgebildete, in den mexikanischen Gebirgsgegenden heimische Farn Rhipidopteris peltata aus. Neben den fächerförmigen flachen Wedeln, an denen keine Sporangien entstehen, entwickeln sich auch Wedel, welche einem Trichter oder einem flachen Napfe ähnlich sehen, und in deren Vertiefung die Sporengehäuse aus den Oberhautzellen hervorgehen.

In diesem Falle sind die Sporenbehälter merkwürdigerweise auf der obern Seite des Wedels entwickelt, was sonst nur sehr selten vorkommt. Gewöhnlich finden sie sich nämlich, wie schon früher erwähnt, an der untern Wedelseite, und das hat seinen Grund darin, daß sie an der dem Boden zugewendeten Fläche gegen den auffallenden Regen ebenso wie gegen die auffallenden Sonnenstrahlen am besten geschützt sind. In den meisten Fällen findet übrigens auch noch ein weiterer Schutz gegen überschwengliche Nässe und zu weit gehende Austrocknung statt und zwar dadurch, daß sich über die Sporangien noch ein besonderes Schirmdach ausbreitet. Dieses Schirmdach geht entweder aus den Zellen, welche den Scheitel des die Sporangien tragenden Polsters oder Zapfens bilden, hervor und bildet ein zartes, über das ganze Sporangienhäufchen gespanntes Häutchen, das man Schleierchen (Indusium) genannt hat, wie bei unserm gewöhnlichen Wurmfarne (Polystichum Filix mas), oder es breiten sich kleine, schuppenförmige Blättchen über die Sporenbehälter aus, wie an den schon erwähnten Gleichenien (Fig. 9) und den nicht weniger merkwürdigen Lygodien und Davallien. Bisweilen bilden fünf oder sechs schuppenförmige, im Kreise herumstehende Blättchen eine Hülle der Sporangien, welche einer geschlossenen Blume täuschend ähnlich sieht, wie bei den Gattungen Schizocaena, Hymenocystis und Diacalpe, oder es bilden diese

Blättchen eine Art Dose, die sich wie mit einem Deckel öffnet, wie bei Cibotium. Wieder in andern Fällen erheben sich von der Fläche des Wedels häutige Säume und Leisten, durch welche die in langer Reihe geordneten Sporangien überdeckt werden, wie bei Lindsaya und Blechnum, oder es ist der Rand des Wedels wie gespalten, und es sind dann die



Schachtelhalme: 1. Sommersproß von Equisetum arvense. — 2. Ährentragender Frühlingssproß von Equisetum arvense. — 3. Ähre aus wirtelig gestellten Sporangienträgern von demselben Equisetum. — 4. Ein Sporangiumträger. — 5, 6. Sporen. — 7. Equisetum silvaticum. — 8. Prothallium eines Schachtelhalmes. — Fig. 1, 2, 7 in natürlicher Größe; Fig. 3: 3mal; Fig. 4: 6mal; Fig. 5, 6: 25mal; Fig. 8: 30mal vergrößert. Vgl. Text, S. 15 und in spätern Kapiteln.

Sporangien in dem engen Spalte geborgen, wie bei Vittaria und Schizoloma. Häufig rollt sich der Rand des Wedels ein und überdeckt so die parallel zum Rande auf polsterförmigen Erhabenheiten sich entwickelnden Sporangien, wie bei Allosurus, Ceratopteris, Ceratodactylis, Parkeria und noch zahlreichen andern Gattungen. Es herrscht in dieser Beziehung eine große Mannigfaltigkeit, die mit den wechselnden klimatischen Verhältnissen der Standorte zusammenhängt, auf die im einzelnen einzugehen aber hier zu weit führen würde.

Die mit den Farnen verwandten Wasserfarne (Hydropterideen) schließen sich, was

die Bildung ihrer Sporen und Sporangien betrifft, naturgemäß an die Farne an. Die Salvinie (**Salvinia**) erinnert einigermaßen an die Hymenophyllaceen, wenigstens insofern, als sich unterhalb des von einer Spindel ausgehenden Sporenbehälters ein Ringwall erhebt, der sich nach oben zu schließt und eine förmliche, die Sporangien einhüllende Büchse bildet. **Marsilea** zeigt dagegen gestielte, bohnenförmige, kapselartige Gebilde mit Hohlräumen, in welchen sich auf polsterförmigen Wülsten die Sporenbehälter ausbilden.

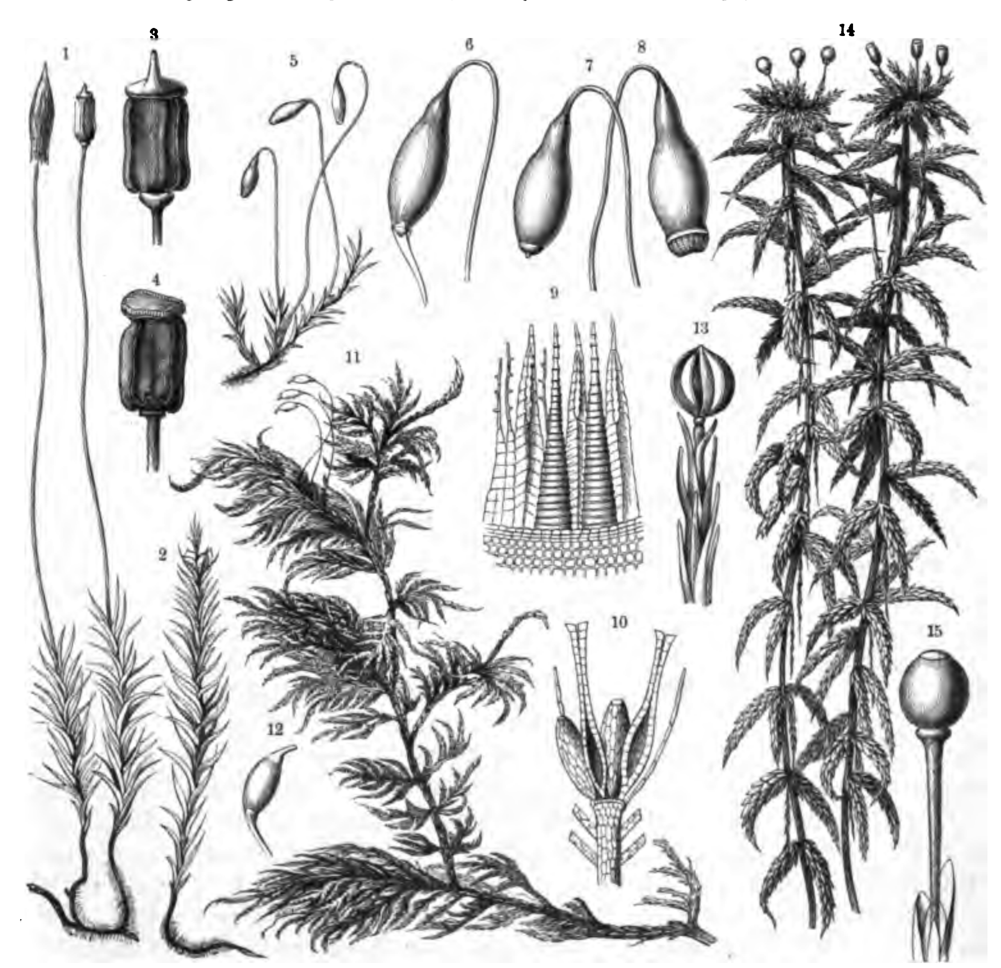
Auch die Bärlappe (Lycopodiaceen) erinnern in anbetracht der Sporenbildung lebhaft an die Farne, zumal an die Arten der schon erwähnten Gattungen **Lygodium** und **Lygodictyon**. Als erste Anlage der Sporangien erhebt sich an der Basis der schuppenförmigen Blättchen oder dicht über derselben am Stamme ein Wulst. Das innere Gewebe dieses Wulstes ist als rundlicher Ballen abgegrenzt. Nachdem sich die Zellen dieses Ballens isoliert haben, fächern sie sich, es entstehen aus jeder derselben vier Kammern, deren Wände sich nachträglich auflösen. Die Protoplasten in diesen Kammern werden, nachdem sie sich mit einer Haut umgeben haben, zu losen Sporen. Die Oberhaut, welche anfänglich über den sich erhebenden Wulst hinwegzog, bleibt erhalten und bildet nun die Wand eines mit losen Sporen erfüllten Hohlraumes des bohnenförmigen Sporangiums, das sich nachträglich wie eine Dose mit einem Deckel öffnet.

Ganz eigentümlich ist die Sporenbildung bei den Schachtelhalmen, von welchen zwei Arten, nämlich **Equisetum arvense** und **E. silvaticum**, auf S. 14, Fig. 2 und 7, abgebildet sind. Am Ende des hohlen Stengels sieht man eine Ähre aus wirtelig gestellten, von kurzen Stielen getragenen Schildern, deren jeder seinem Ursprunge nach als ein metamorphosiertes Blättchen aufzufassen ist (s. S. 14, Fig. 3). Auf der gegen die Ährenspindel gewendeten Seite der Schilder erheben sich kleine Wärzchen, welche zu Sporenbehältern heranwachsen und dann, wenn sie ihre volle Größe erreicht haben, fast an Blumenblätter erinnern (s. S. 14, Fig. 4). Die äußern Zellenlagen dieser vielzelligen Warzen werden zur Wand des Sporangiums, während das innere Gewebe in Zellen zerfällt, deren jede sich in vier Fächer teilt, die wieder den Ausgangspunkt für die Sporen bilden (s. S. 14, Fig. 5 und 6).

Die letzte Abteilung von Gewächsen, deren Sporen in den Zellen eines Gewebes entstehen, wird von den Moosen gebildet. Bei diesen Pflanzen besteht die sporenbildende Generation aus einem meistenteils gestielten, cylindrischen, birnenförmigen oder rundlichen Gewebekörper, der aus der Frucht hervorgegangen ist (s. Abbildung, S. 16, Fig. 3, 4, 7, 8 und 15). Es muß hier einschaltungsweise bemerkt werden, daß diese sporenbildende Generation der Moose von den Botanikern in früherer Zeit für die Frucht selbst gehalten wurde, was aber unrichtig ist. Als Moosfrucht kann nur jenes Gebilde angesehen werden, in welchem als Folge der Befruchtung der Embryo entstanden ist. Wenn dann aus dem Embryo, welcher im Innern der Frucht gebildet wurde, eine neue Generation hervorwächst, so kann diese nicht mehr als Frucht bezeichnet werden, selbst dann nicht, wenn sie dauernd im Verbande mit der Mutterpflanze bleibt, wie das bei den Moosen der Fall ist.

Die Zellen des erwähnten cylindrischen, birnenförmigen oder rundlichen Gewebekörpers halten einen verschiedenen Entwickelungsgang ein. Jene am Umfange bilden die Wandung eines Behälters, und jene im Innern, welche sich als Füllung des Behälters darstellen, bilden die Sporen. Die Sporenbildung ist hier ganz ähnlich wie bei den Farnen. Anfänglich zu einem Gewebe verbunden, isolieren sich späterhin die Zellen des Füllgewebes, jede derselben fächert sich in vier Kammern, und aus den Protoplasten in diesen Kammern werden schließlich die Sporen. Die Sporen liegen nun frei als staubartiges Pulver in dem Behälter, welchen man wie bei den Farnen Sporangium nennt. Bei den meisten Lebermoosen haben sich aus dem Füllgewebe neben den Sporen auch noch andre seltsam geformte Zellen, die sogenannten Schleudern, ausgebildet, welche zum Ausstreuen der Sporen dienen, und bei

einigen Moosen ist in der Mitte des Behälters neben den Sporen eine Art Mittelsäule stehen geblieben. Im äußern Umrisse weichen die Sporangien der Moose von den Gewebekörpern, aus denen sie hervorgegangen sind, wenig ab; wie diese sind sie kugelig, birnenförmig oder cylindrisch, im feinern Baue zeigt dagegen jener Teil, welcher sich nachträglich öffnet, um zur geeignetsten Zeit die Sporen zu entlassen, weitgehende Verschiedenheiten.



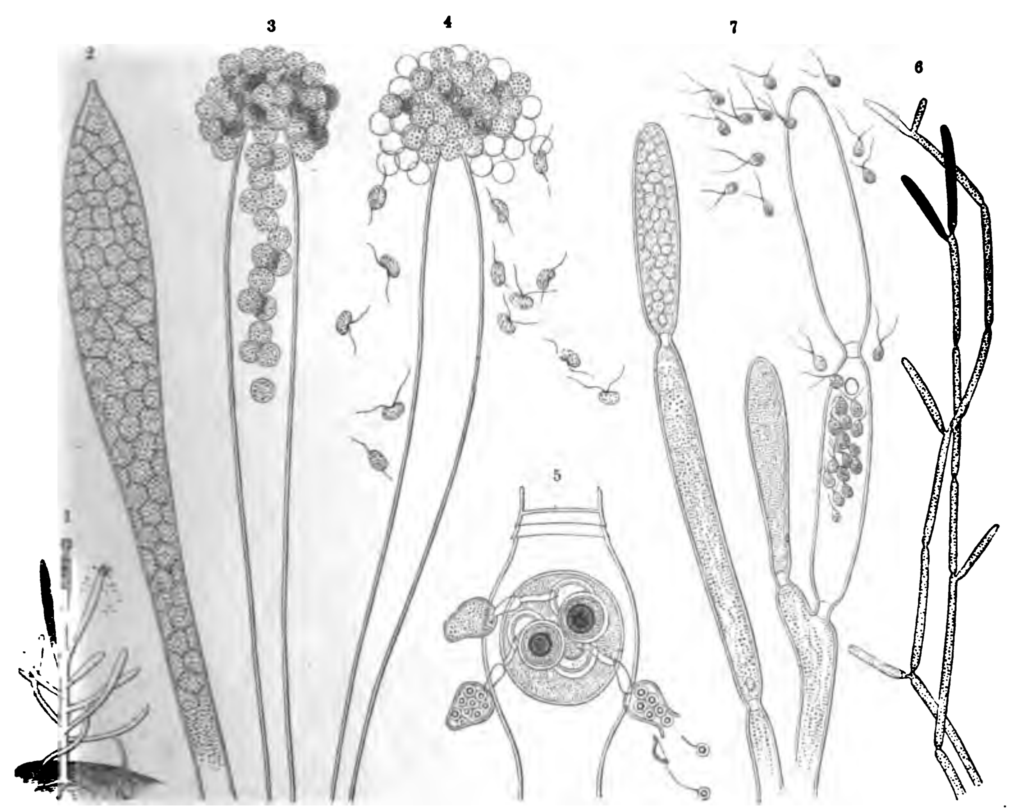
Laubmoose: 1. Polytrichum commune; das Sporangium links von der Mütze verhüllt, das Sporangium rechts entblößt. — 2. Dasselbe Moos in früherm Entwickelungsstadium. — 3. Sporangium von Polytrichum commune mit Deckel. — 4. Dasselbe nach dem Abfallen des Deckels. — 5. Bryum caespiticium. — 6. Sporangium desselben Mooses mit aufsitzender Mütze. — 7. Dasselbe ohne Mütze, aber noch zugedeckelt. — 8. Dasselbe abgedeckelt; der Mundbesatz sichtbar. — 9. Ein Stück des Mundbesatzes. — 10. Antheridien, Archegonien und Paraphysen des Bryum caespiticium. — 11. Hylocomium splendens. — 12. Sporangium desselben. — 13. Andreaea rupestris mit aufgesprungenem Sporangium. — 14. Sphagnum cymbifolium; die kugeligen Sporangien desselben an dem Exemplare links noch zugedeckelt. — 15. Ein einzelnes Sporangium desselben Mooses. — Fig. 1, 2, 5, 11, 14 in natürlicher Größe; Fig. 3, 4, 6, 7, 8, 12, 13, 15: 3—5fach; Fig. 9, 10: 150fach vergrößert. Vgl. Text, S. 15, 16, 60 und in spätern Kapiteln.

Es wird auf diese Verschiedenheiten sowie auf die oben erwähnten Schleudern in dem der Verbreitung der Sporen gewidmeten Abschnitte nochmals die Rede kommen.

Wie bei den Farnen sind die Sporenbehälter auch bei den Moosen während ihrer Entwickelung gegen schädliche äußere Einflüsse, zumal gegen Vertrocknung, geschützt und von Hüllen, welche ihrem Ursprunge nach sehr verschieden sein können, umgeben. Bei den Laubmoosen sieht man gewöhnlich eine Art Mütze über das jugendliche schutzbedürftige

Sporangium gestülpt (s. Abbildung, S. 16, Fig. 1), die von der Frucht herstammt, aus welcher die sporenbildende Generation entsprungen war. Die Fruchthülle wird nämlich von der aus dem Embryo hervorwachsenden Generation zerrissen und ihr oberer Teil als Mütze emporgehoben. Später, wenn die Sporangien des Schutzes nicht mehr bedürfen und die Hülle nachteilig wäre, weil durch sie das Ausstreuen der Sporen verhindert werden könnte, wird die Mütze abgeworfen.

Die bisher besprochenen Sporen entstehen im Bereiche eines Gewebes und zwar so, daß der protoplasmatische Inhalt in jedem Fache des betreffenden Gewebeteiles zu je einer

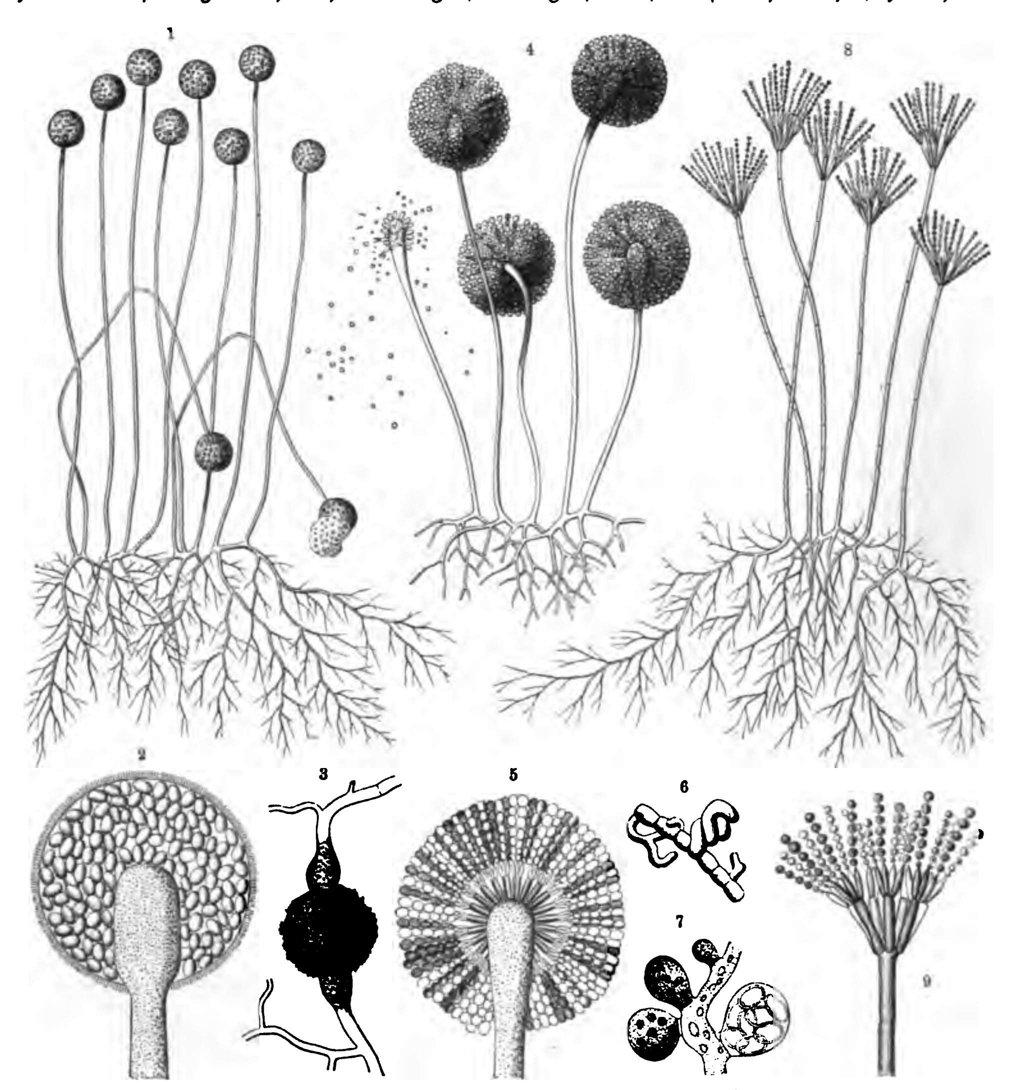


Schwärmsporen der Saprolegniaceen und Chytridiaceen: 1. Achlya prolifera. — 2, 3, 4. Entwickelung und Ausschlüpfen der Schwärmsporen von Achlya prolifera. — 5. Chytridium Ola, in dem Oogonium eines Ödogoniums schmarotzend; Entwickelung und Ausschlüpfen der Schwärmsporen. — 6. Saprolegnia lactea. — 7. Entwickelung und Ausschlüpfen der Schwärmsporen von Saprolegnia lactea. (Zum Teil nach De Bary und Pringsheim.) — Fig. 1: 20fach; Fig. 2, 3, 4: 400fach; Fig. 5: 300fach; Fig. 6: 100fach; Fig. 7: 300fach vergrößert. Vgl. Text, S. 18 und in spätern Kapiteln.

Spore wird. Einer **zweiten Gruppe** gehören jene Sporen an, welche durch **Zerstückelung des Protoplasmas in schlauchförmigen, kolbenförmigen oder kugeligen, nicht zu Geweben verbundenen Zellen** gebildet und sofort nach dem Entstehen aus ihrer Bildungsstätte entlassen werden. Die Zellen, welche hier zu Bildungsherden für Sporen werden, kann man der Analogie nach füglich wieder Sporangien nennen. Wie sich die Sporen in denselben formen, scheint bei weitem einfacher zu sein als bei den Farnen, Bärlappen, Schachtelhalmen und Moosen. Auffallende Verschiedenheiten ergeben sich überhaupt nur in betreff der Zahl und der Gestalt der aus einem Sporangium entlassenen Sporen.

Bei den im I. Bande des „Pflanzenlebens" auf S. 22 besprochenen und auf der Tafel bei S. 22 abgebildeten **Vaucherien** formt sich in jeder kolbenförmigen Aussackung der

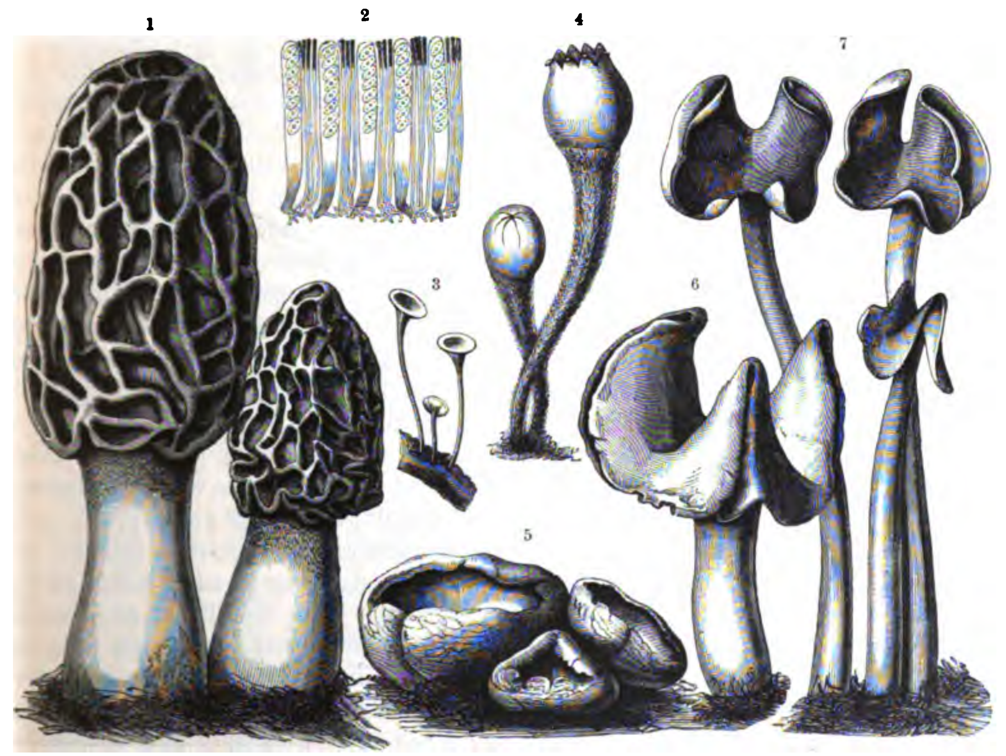
schlauchförmigen Zellen nur eine einzige verhältnismäßig große, grün gefärbte Spore, welche mit Hilfe zahlreicher kurzer Wimpern herumzuschwimmen im stande ist. Die auf verwesenden Tieren im Wasser lebenden schimmelartigen **Saprolegniaceen** entwickeln dagegen in ihren keulenförmigen Schläuchen eine große Menge farbloser Sporen, welche sich nach dem



Schimmel: 1. Mucor Mucedo; 40fach vergrößert. — 2. Längsschnitt durch ein Sporangium von Mucor Mucedo; 260fach vergrößert. — 3. Fruchtbildung von Mucor Mucedo; 180fach vergrößert. — 4. Aspergillus niger; 80fach vergrößert. — 5. Längsschnitt durch einen Sporenträger des Aspergillus niger. — 6. Befruchtung des Penicillium crustaceum (nach **Brefeld**). — 7. Fruchtbildung des Aspergillus (nach **Eidam**). — 8. Penicillium crustaceum; 40fach vergrößert. — 9. Ein Sporenträger des Penicillium crustaceum; 200fach vergrößert. Vgl. Text, S. 19, 21, 22, 51, 56 und in spätern Kapiteln.

Ausschlüpfen aus den Schläuchen mittels zweier langer kreisender Wimperfäden im Wasser herumtummeln (s. Abbildung, S. 17). In beiden Fällen haben die Sporen die Fähigkeit, sich aus eigner Kraft zu bewegen und im Wasser herumzuschwärmen, dem entsprechend sie **Schwärmsporen** geheißen werden. Auch der Name **Zoosporen** (ζῷον = Tier) wurde ihnen beigelegt, da sie in ihrer Gestalt und ihrem Benehmen lebhaft an gewisse Infusorien erinnern.

Aus dem unendlich zarten, vielverzweigten Mycelium jener Schimmel, welche unter dem Namen **Mucorineen** zusammengefaßt werden, erheben sich einzelne Fäden und wachsen schnurgerade in die Höhe. Sie gliedern sich in zwei Zellen, von welchen die obere zu einer kugeligen Blase, die untere zu einem langen, dünnen Träger wird, dessen oberes Ende als hohler Zapfen in die von ihm getragene Blase eingestülpt ist (s. Abbildung, S. 18, Fig. 2). Das Protoplasma in der obern blasenförmigen Zelle zerstückelt sich in eine große Zahl von Sporen, und diese Zelle ist nun zum Sporangium geworden. Infolge der Gewichtszunahme des Sporangiums knicken die fadenförmigen Träger ein, die Sporangien platzen, und die Sporen mitsamt der hellen Flüssigkeit, in die sie eingebettet sind, quellen aus dem Risse des Sporangiums hervor (s. Abbildung, S. 18, Fig. 1).



Scheibenpilze: 1. Speisemorchel (Morchella esculenta). — 2. Fünf Schläuche mit je acht Schlauchsporen; dazwischen fadenförmige Paraphysen; Längsschnitt aus dem Hymenium der Speisemorchel. — 3. Helotium Tuba. — 4. Anthopeziza Winteri. — 5. Peziza vesiculosa. — 6. Bischofsmützenförmige Lorchel (Helvella Infula). — 7. Röhrenlorchel (Helvella fistulosa). — Fig. 1, 4, 5, 6, 7 in natürlicher Größe; Fig. 3: 4mal; Fig. 2: 120fach vergrößert. Vgl. Text, S. 20 und in spätern Kapiteln.

Die Sporenbehälter der unter dem Namen Mukorineen begriffenen Schimmel stehen zwar meistens dicht gedrängt beisammen, sind aber niemals durch ein wallartiges Gewebe abgegrenzt oder von einer besondern Hülle umgeben, auch sind sie stets räumlich getrennt und machen den Eindruck eines kleinen Bestandes. Anders verhält es sich mit jenen Sporenpflanzen, welche **Askomyceten** genannt werden, und zu welchen von bekannten Gewächsen die Morcheln und Lorcheln (s. obenstehende Abbildung), die Flechten und auch wieder mehrere Schimmel, zumal die den Meltau bildenden Erysipheen und die den Honigtau veranlassenden Arten der Gattung Claviceps gehören. Bei diesen Pflanzen erheben sich an beschränkten Stellen von dem Mycelium die Enden der Hyphenfäden teils als kolbenförmige, meist sehr verlängerte Schläuche, teils als zarte fadenförmige Paraphysen und diese Gruppe

von Schläuchen und Paraphysen wird umgeben und umhüllt von andern zelligen Gebilden, so daß das Ganze einer Schüssel, einem Becher oder einer Kapsel ähnlich sieht. Das Protoplasma in den Schläuchen zerstückelt sich und bildet ellipsoidische, meistens in Längsreihen geordnete Ballen (s. Abbildung, S. 19, Fig. 2) oder langgestreckte, büschelförmig gruppierte Fäden, welche sich, solange sie noch in den Schläuchen eingebettet liegen, mit einer derben Zellhaut versehen. Man hat diese Sporen Schlauchsporen oder Askosporen (ἀσκός = Schlauch) genannt. Sie entbehren der Wimpern, welche die Zoosporen auszeichnen, und können sich, nachdem sie aus dem aufgerissenen Scheitel des Schlauches ausgestoßen wurden, auch nicht selbständig bewegen.

Die Gruppierung sowie die Umhüllung der sporenbildenden Schläuche unterliegt bei den verschiedenen Gattungen und Arten einer großen Abwechselung. Erheben sich die Schläuche im Grunde flaschen- oder grubenförmiger Vertiefungen, so spricht man von Perithecien; entspringen sie dagegen einem ebenen oder schüsselförmigen Grunde, so spricht man von Apothecien. Diese Perithecien und Apothecien hat man irrtümlich auch Früchte genannt. Es haben hier dieselben Grundsätze zu gelten, welche schon früher bei den Farnen und Moosen geltend gemacht wurden. Wenn dem Entstehen der Perithecien und Apothecien auch wirklich eine Befruchtung vorherging, was für die Mehrzahl der Askomyceten kaum zu bezweifeln ist, so kann doch nur das Gewebe, in welchem einer oder mehrere Protoplasten infolge der Befruchtung zu Embryonen wurden, als Frucht gelten. Was aus dieser Frucht hervorwächst, ist eben die neue Generation, und es ist ohne Belang, ob diese neue sporenbildende Generation mit der vorhergegangenen fruchtenden Generation im Zusammenhange bleibt oder nicht. Die Perithecien und Apothecien und überhaupt alle sogenannten Früchte der Askomyceten sind demnach gleichwertig mit den Sporangien der Moose und den sporangientragenden Stöcken der Schachtelhalme, Bärlappe und Farne.

In eine dritte Gruppe sind hier alle jene Sporen zusammengefaßt, welche weder einzeln in den Zellfächern eines Gewebekörpers noch durch Zerstückelung des Protoplasmas im Innern eines Schlauches, sondern durch Abschnürung und Abgliederung entstehen. Der Vorgang bei dieser Sporenbildung ist folgender. Das von einer Zellhaut umschlossene Protoplasma bildet in seinem Innern eine Scheidewand, durch welche es sich selbst in zwei Hälften und den Zellraum in zwei Kammern teilt. Sobald das geschehen ist, zerklüftet die Scheidewand, und die beiden Zellen fallen auseinander. Hatte die Zelle, an welcher sich die Zweiteilung vollzog, die Gestalt eines blind endigenden Schlauches oder, kurz gesagt, eines Blindsackes, und wurde die Scheidewand nahe dem Ende des Blindsackes eingeschaltet, so macht es den Eindruck, als ob sich das Ende dieses Blindsackes abgeschnürt hätte und dann abgefallen wäre. Das zurückbleibende Stück stellt nun wieder einen Blindsack dar, und bei einigen Gattungen kann sich die Abgliederung am Ende desselben noch mehrmals wiederholen. Man hat diesen Blindsack, der den Ausgangspunkt oder gewissermaßen die Basis für die abgeschnürten Sporen bildet, Basidie genannt. Allerdings wurde diese Bezeichnung von den Botanikern bisher nur für die sogenannten Basidiomyceten in Anwendung gebracht, aber es ist vollauf gerechtfertigt, den Ausdruck auch auf alle andern Gebilde, welche die gleiche Rolle spielen, zu übertragen.

Am einfachsten vollzieht sich die Abschnürung der Sporen bei der unter dem Namen „Getreiderost“ bekannten Pflanze, welche in einem bestimmten Entwickelungsstadium als Schmarotzer in dem grünen Blattgewebe unsrer Getreidearten wuchert, und deren Hyphenfäden zum Behufe der Sporenbildung büschelweise über die Oberfläche des durchwucherten Laubes hervorkommen. Da bildet sich an dem blindsackförmigen Ende einer jeden Hyphe nur eine einzige, verhältnismäßig große Spore aus, und sobald diese abgefallen ist, erlischt für die Hyphe oder Basidie die Fähigkeit, noch weiterhin eine Spore abzuschnüren.

Ähnliches beobachtet man auch an den Röhren-, Stachel-, Blätter- und Keulenschwämmen, von welchen einige der wichtigsten Repräsentanten in der untenstehenden Abbildung dargestellt sind. Die Basidien haben bei ihnen die Gestalt eines Kolbens, laufen in vier dünne, pfriemenförmige Spitzen, die sogenannten Sterigmen, aus, und von dem Ende einer jeden



Schwämme: 1. Clavaria aurea. — 2. Daedalea quercina. — 3. Marasmius tenerrimus. — 4. Marasmius perforans. — 5. Craterellus clavatus — 6. Amanita phalloides. — 7. Kolbenförmige Basidien mit pfriemenförmigen Sterigmen, von deren Enden sich kugelige Sporen abgliedern. Aus dem Hymenium der Amanita phalloides. — 8. Hydnum imbricatum. — 9. Polyporus perennis. — Fig. 1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 9 in natürlicher Größe; Fig. 7: 250fach vergrößert. Vgl. beistehenden Text und in spätern Kapiteln.

Sterigme gliedert sich je eine Spore ab (s. Fig. 7). Diese Basidien besetzen in Verbindung mit dünnen, blindsackartigen Schläuchen, auf welche später bei eingehender Schilderung der Schwämme zurückzukommen sein wird, die Blätter und Stacheln sowie die Mündungen der Röhrchen, welche sich an der untern Seite der hutförmigen Sporenträger ausgebildet haben.

Der auf S. 18, Fig. 4 und 5 abgebildete Aspergillus niger, ein Schimmel, welcher

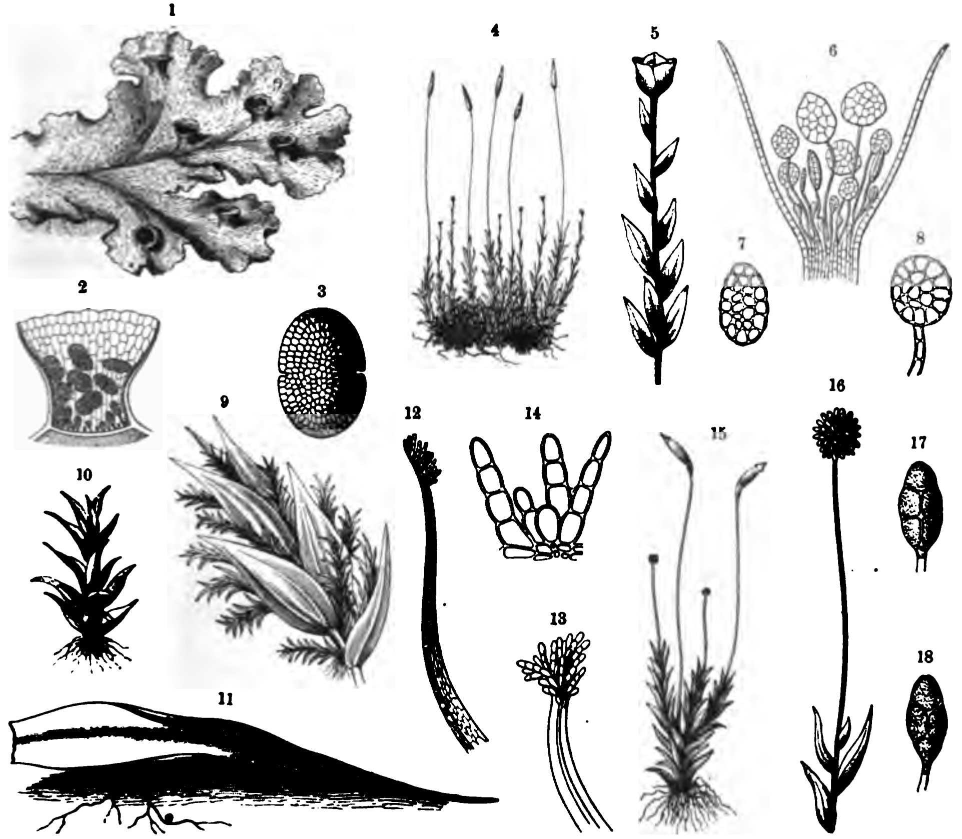
insbesondere Fruchtsäfte und eingesottenes Obst überwuchert, bildet schlanke, aufrechte Hyphenfäden aus, deren angeschwollenes Ende eine Menge kurzer, zapfenförmiger Ausstülpungen und Sterigmen treibt, von denen sich in rascher Aufeinanderfolge Reihen aus 5—8 Sporen abgliedern. Diese Sporen hängen anfänglich locker zusammen und sind so geordnet, daß sie den Eindruck von Perlenschnüren machen; diese Perlenschnüre aber sind wieder so gruppiert, daß sie zusammen ein kugeliges Köpfchen bilden. Erschütterungen der mannigfaltigsten Art, insbesondere jene durch Luftströmungen, veranlassen die Trennung der Reihen und ein Zerfallen des ganzen kugeligen Sporenhaufens. Es bleibt dann nur noch der an seinem Ende angeschwollene Hyphenfaden mit seinen Ausstülpungen zurück, der nun fast das Ansehen eines Streitkolbens besitzt (s. Abbildung, S. 18, Fig. 4).

Auch bei dem häufigsten aller Schimmel, dem Pinselschimmel (Penicillium), von welchem eine Art, nämlich Penicillium crustaceum, in der Abbildung auf S. 18 durch die Figuren 8 und 9 dargestellt ist, gliedern sich die Sporen in perlenschnurförmigen Reihen von den Sterigmen ab; doch ist hier der aufrechte Hyphenfaden, welcher den Ausgangspunkt der Sporen bildet, gegliedert und am Ende nicht kolbenförmig angeschwollen, sondern gabelig verästelt, demzufolge die Sporenketten eine Gruppierung wie jene der Haare eines Pinsels zeigen. Bei den Peronosporeen, zu welchen der für die Schotengewächse so verderbliche Schmarotzer Cystopus candidus gehört, werden die perlenschnurförmigen Reihen der Sporen ohne Vermittelung von Sterigmen von den Basidien abgegliedert. Auch sind bei diesem Schmarotzer die Sporenketten weder pinselförmig noch köpfchenförmig gruppiert.

Die Mannigfaltigkeit dieser durch Abgliederung erfolgenden Sporenbildung wird übrigens auch noch dadurch erhöht, daß bei einigen Pflanzenfamilien die abgegliederten Sporen von besondern Hüllen umgeben sind. Das ist insbesondere bei dem unter dem Namen Aecidium bekannten Entwickelungsstadium der Rostpilze, bei den Bovisten und Florideen, der Fall. Die Äcidien präsentieren sich als Gebilde, welche aus einem das grüne Gewebe von Blättern durchwuchernden Mycelium ausgehen. Dicht zusammengedrängte Enden der Mycelfäden bilden die Basidien, von denen sich perlenschnurförmige Sporenketten abgliedern, und diese sind eingehüllt von einem Sporangium, das sich aus den die Basidien umgebenden Zellen entwickelt hat. Erst nachdem diese kapselartige Hülle aufgerissen ist, können die Sporen, welche sich nun trennen, ausgestreut werden. Bei den zahlreichen Bovisten oder Bauchpilzen verhält es sich ähnlich, nur sind hier die Basidien und Sporen nicht so regelmäßig geordnet. Auch findet man zwischen den Sporen noch andre zellige, haarförmige Gebilde entwickelt, welche man Capillitium nennt, und die für das Ausstreuen der Sporen eine besondere Bedeutung haben. Die Florideen entwickeln die Sporen innerhalb eigentümlicher Hüllen, die häufig wie Büchsen oder Kapseln aussehen und mit Rücksicht auf eine einheitliche Terminologie wieder als Sporangien zu bezeichnen sind. Die mit Sporen gefüllten Sporangien der Florideen sind ähnlich jenen der Moose, zumal der Lebermoose, als eine besondere Generation aufzufassen und zwar als eine Generation, welche aus befruchteten und dadurch zur Frucht gewordenen Zellen hervorgewachsen ist. Der Befruchtungsvorgang kann erst in einem spätern Abschnitte dieses Buches geschildert werden, hier ist nur zu sagen, daß aus den befruchteten Zellen kurze, zweigartige Zellen hervorsprießen, von welchen ein Teil knäuelförmige gehäufte Sporen abgliedert, während der andre zu einer kapselartigen Hülle dieses Sporenknäuels wird.

Die Lagerpflanzen oder Thallophyten, unter welchem Namen alle jene Gewächse begriffen werden, welche der Gefäßbündel entbehren, und die daher auch niemals zu eigentlichen Pflanzenstöcken heranwachsen (vgl. Band I, S. 552 und 553), bilden neben den einzelligen Ablegern, für welche der Name Sporen reserviert werden muß, häufig auch noch Zellenvereine aus, welche, von dem Lager sich abtrennend, selbständig werden, und deren

Entstehen mit der Befruchtung in keinem ursächlichen Zusammenhange steht. Diese Zellenvereine sind gewissermaßen ein Mittelding zwischen den einzelligen Sporen und den in Stamm und Blätter gegliederten Knospen der Gefäßpflanzen, sie sind Teile des Lagers, von dem sie ausgebildet wurden, sehen diesem Lager oder Thallus auch sehr ähnlich oder erhalten doch alsbald, nachdem sie sich weiter entwickelt haben, wieder die Gestalt dieses Thallus und werden daher am zweckmäßigsten **Thallidien** (*θαλλός* = Sprößchen, Lager;

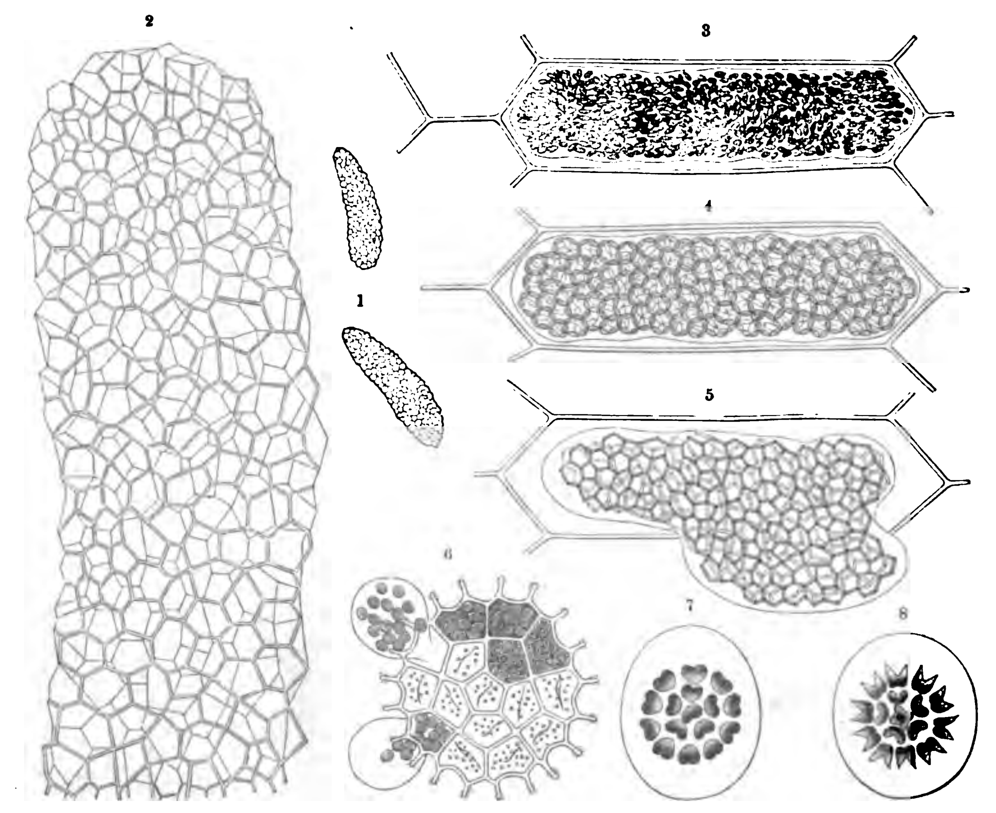


Thallidien der Moose: 1. Marchantia polymorpha mit Thallidienbechern. — 2. Ein Thallidiumbecher im Längsschnitte. — 3. Einzelnes Thallidium. — 4. Tetraphis pellucida. — 5. Ein Stämmchen von Tetraphis mit einem Thallidiumbecher. — 6. Ein Thallidiumbecher im Längsschnitte. — 7, 8. Abgelöste Thallidien von Tetraphis. — 9. Ein Stämmchen von Leucodon sciuroides mit Ablegern. — 10. Ein von dem Stämmchen abgelöster Ableger. — 11. Entwickelung eines Ablegers aus den Rhizoiden eines abgebrochenen Blättchens von Campylopus fragilis. — 12, 13, 14. Entwickelung von Thallidien an der Spitze des Blattes von Syrrhopodon scaber. — 15. Aulacomnion androgynum. — 16. Ein Stämmchen desselben, Thallidien tragend. — 17, 18. Einzelne abgelöste Thallidien. — Fig. 1 in natürlicher Größe; Fig. 4, 15: 2fach; Fig. 2, 12, 13: 8—15fach; Fig. 5, 6, 9, 10, 14: 20—40fach; Fig. 3, 7, 8, 17, 18: 120fach vergrößert. Vgl. Text, S. 24 und in spätern Kapiteln.

εἶδος = Bild) genannt. Die Thallidien präsentieren sich bald als Zellenreihen, wie z. B. an den durch die Figuren 12, 13 und 14 der obenstehenden Abbildung dargestellten Blättchen des Mooses **Syrrhopodon scaber**, bald als Zellennetze, wie in dem Wassernetze (**Hydrodyction**, s. Abbildung, S. 24, Fig. 1, 4, 5), dann wieder als Zellenplatten, wie bei dem Laubmoose **Tetraphis pellucida** (s. obenstehende Abbildung, Fig. 4, 5, 6, 7 und 8), oder auch als ballenförmige, kugelige oder ellipsoidische Gewebekörper, wie z. B. an dem Laubmoose **Aulacomnion androgynum** (s. obenstehende Abbildung, Fig. 15, 16, 17 und 18). Bisweilen ist die Zahl der in einem solchen Ableger verbundenen Zellen auf zwei beschränkt, wie bei den sogenannten Teleutosporen der Rostpilze, oder es erscheinen deren vier zusammengekoppelt, wie bei den

unter dem Namen Tetrasporen bekannten Ablegern der Florideen. Wieder in andern Fällen sind Hunderte von Zellen zu einem Thallidium miteinander verbunden, wie in den von den ältern Botanikern mit dem unpassenden Namen Brutknospen versehenen Ablegern der Marchantien (s. Abbildung, S. 23, Fig. 1, 2 und 3). Auch die Soredien der Flechten, worunter man einzelne oder gruppenweise vereinigte, von farblosen Hyphenfäden umsponnene grüne Zellen versteht, welche sich von dem Flechtenlager abheben, sind als hierher gehörig anzuführen.

Es entstehen die Thallidien entweder im Innern einer Zellkammer der Stammpflanze und entschlüpfen dieser als fertige, wenn auch noch außerordentlich kleine Zellenverbände,



Thallidienbildung in den Zellen des Wassernetzes und in jenen von Pediastrum: 1. Wassernetz (Hydrodyction utriculosum); in natürlicher Größe. — 2. Ein Stück des Wassernetzes; 50fach vergrößert. — 3, 4, 5. Entwickelung und Ausschlüpfen eines netzförmigen Thallidiums; 300fach vergrößert. — 6. Pediastrum granulatum; Entwickelung und Austreten von Thallidien; die punktierten Zellkammern bereits entleert. — 7, 8. Freigewordene Thallidien von Pediastrum; 240fach vergrößert. Vgl. Text, S. 23.

wie das aus der obenstehenden Abbildung des Wassernetzes (Hydrodyction utriculosum), Fig. 5, und des in unsern Wassertümpeln häufigen Pediastrum granulatum, Fig. 6, zu sehen ist, oder aber es trennen sich oberflächliche Zellengruppen ab, welche nach kürzerer oder längerer Wanderschaft irgendwo festgehalten werden und eine neue Ansiedelung begründen. An manchen Lebermoosen und Laubmoosen entstehen besondere Taschen und Becher, aus deren Tiefe die Thallidien fortwährend hervorsprießen, wie das durch die Figuren 1—8 der Abbildung auf S. 23 anschaulich gemacht ist.

Die Bildung dieser Ableger an den Flechten und Moosen kann durch Verletzungen und Verstümmelungen der betreffenden Pflanzen angeregt werden, doch ist hier die Anregung in ihren Erfolgen nicht so klar und deutlich zu erkennen, vielleicht auch noch nicht so sorgfältig

untersucht wie an den groß angelegten Bäumen, Sträuchern und Staudenpflanzen, an welchen jahrhundertelange Erfahrung dahin geführt hat, die durch Verstümmelung veranlaßte Bildung von Knospen bei der künstlichen Vermehrung von Nutzpflanzen in der ausgiebigsten Weise zu verwerten. Eine auffallende Anregung zur Ablegerbildung erfahren die schmarotzenden Lagerpflanzen durch das Absterben ihres Wirtes. Solange die Wirtpflanze frisch, gesund und kräftig ist, halten sich die Schmarotzer mit ihren Hyphen und Saugzellen verborgen im Innern des Gewebes. Sie zehren dort auf, was aufzuzehren ist, vergrößern sich, durchspinnen das Holz, das grüne Gewebe, die Nahrungsspeicher in immer weiterm Umkreise, aber immer ohne dort Ableger zu bilden. Erst wenn der Wirt ganz erschöpft ist und dahinsiecht, wenn er mit dem Tode ringt und nun der Schmarotzer selbst Gefahr läuft, zugleich mit seinem Ernährer zu Grunde zu gehen, bereitet der Schmarotzer seinen Auszug aus der Ruine vor und beeilt sich, in Gestalt von Ablegern das verwüstete Gewebe zu verlassen. Einzelne der schlauchförmigen Zellen wachsen nun rasch aus dem Innern des zerfallenden Gewebes der Wirtpflanze durch Spaltöffnungen oder morsche Zellhäute hervor, der ganze Inhalt des Schmarotzers drängt zu diesen neuen Bildungsstätten hin, und es werden dort an Stellen, wo die weiteste Verbreitung durch die bewegte Luft oder das bewegte Wasser der Umgebung möglich ist, massenhaft Sporen und Thallidien gebildet und abgeschnürt. Der Schmarotzer verläßt, in zahlreiche Ableger aufgelöst, das von ihm zerstörte Gebäude des Wirtes.

Wurzelständige Knospen.

Dicht vor dem Hause, in dessen Räumen ich diese Zeilen schreibe, stand vor Jahren ein mächtiger Espenbaum. Derselbe wurde gefällt und dabei die Axt so nahe dem Boden angelegt, daß von dem Hauptstamme nur noch ein Stummel übrigblieb, der etwa zollhoch über die Erde emporragte. Im darauf folgenden Frühlinge kamen aus dem grasigen Boden im weiten Umkreise des Stummels schlanke Espenreiser hervor, anfänglich vereinzelt, dann zu Dutzenden, ja zu Hunderten, so daß es aussah, als hätte man ein kleines Espenwäldchen auf dem Gelände angepflanzt. Aus den Reisern wurden Bäumchen und Bäume, und jetzt steht dort statt des einen Espenbaumes ein kleiner Espenwald. Die Bäume dieses Wäldchens sind nicht aus Samen aufgekeimt, sondern aus den unterirdischen Wurzeln der gefällten Espe hervorgegangen. Solange der alte Espenbaum des oberirdischen Stammes und der belaubten Krone nicht beraubt war, entstanden an seinen unterirdischen Wurzeln nur Seitenwurzeln, welche flach unter der Erdoberfläche fortwuchsen und sich so weit ausbreiteten, als sie keinem unüberwindlichen Widerstande begegneten. Auf einmal waren die Vorgänge in dieser Wurzel andre geworden; die bildende Thätigkeit in derselben konzentrierte sich nicht mehr auf die Herstellung von Seitenwurzeln, sondern auf den Aufbau von Knospen, aus denen sich grünbelaubte Reiser über die Erde erhoben.

Ein Förster der alten Schule, den ich auf die oben geschilderte Erscheinung aufmerksam machte und befragte, wie er sich dieselbe erkläre, meinte, es hätten sich die für den oberirdischen alten Baumstamm und seine Laubkrone bestimmten Säfte in den unterirdischen Wurzeln nach dem Fällen des Baumes gestaut und suchten sich nun an verschiedenen Stellen Bahn zu brechen, sie formten sich aber nicht zu Seitenwurzeln, die ja zwecklos gewesen wären, sondern zu schlanken Reisern, welche in großer Zahl über die Erde wuchsen, weil nur auf diese Weise die Espe sich am Leben erhalten konnte. Im ersten Augenblicke mag diese Antwort manchem einfältig dünken, ja ich habe sogar Gelegenheit gehabt, zu hören, daß sie albern genannt wurde. Unbefangene Erwägung drängt uns aber das Geständnis ab, daß wir keine im wesentlichen andre Erklärung zu geben im stande sind. Wenn die

lebendigen Protoplasten im bildungsfähigen Gewebe der Wurzeln als „Säfte“ aufgefaßt werden, so weicht die wissenschaftliche Erklärung eigentlich nicht mehr von jener des von mir befragten Försters ab. Dort, wo früher Bildungsherde für Seitenwurzeln waren, sind nun nach dem Fällen des Baumes Bildungsherde für beblätterte Stämme entstanden, dieselben Protoplasten, welche nun am Aufbaue einer Knospe arbeiten, hätten für den Fall, daß der Espenstamm nicht gefällt worden wäre, eine Seitenwurzel aufgebaut. Daß diese Änderung in der bauenden Thätigkeit durch das Fällen des Baumes angeregt wurde, liegt auf der Hand, obschon eine mechanische Erklärung dieser Anregung nicht gegeben werden kann. Das einzige, was man sich in solchem Falle als Anregung vorstellen könnte, ist die Behinderung des Abflusses der in den Wurzeln aufgespeicherten Baustoffe nach jener Richtung, in welcher die Stoffwanderung früher erfolgte.

Was an dieser Geschichte des Espenbaumes noch besonders interessiert, ist der Umstand, daß die Wurzeln, aus welchen die Sprosse hervorwuchsen, später zum größten Teile abstarben und vermoderten, und daß die aus denselben Wurzeln entspringenden, reihenförmig geordneten Reiser nun zu getrennten, selbständigen, mit eignen Wurzeln versehenen Bäumchen wurden, von denen man glauben könnte, sie seien durch die Hand des Menschen reihenweise nebeneinander in die Erde gepflanzt worden. Thatsächlich aber hatte die Espe selbst aus ihren unterirdischen Teilen diese Bäumchen ausgepflanzt und sich dadurch nicht nur verjüngt, sondern auch vermehrt. Selbstverständlich mußte bei dieser Vermehrung eine Zelle im wachstumsfähigen Teile der Wurzel den Ausgangspunkt eines neuen Sprosses, den Sproßanfang, bilden. Die Zelle, auf welche die Wahl fällt, fächert sich, die Tochterzellen fächern sich neuerdings, aber auch mehrere angrenzende Zellen sind an dem neuen Baue beteiligt, und wir können uns den Vorgang nur so vorstellen, daß sich im Bereiche des lebendigen, bildungsfähigen Gewebes der Wurzel eine Gruppe von Protoplasten von den andern abscheidet und einen Verein bildet, dessen Glieder, sich gegenseitig unterstützend, an dem Aufbaue des neuen Sprosses arbeiten. Der Protoplast in der den Ausgangspunkt des neuen Sprosses bildenden Zelle sowie die nachbarlichen Protoplasten erfahren aber, bevor sie die Arbeit beginnen, keine Anregung von seiten der Nachbarzellen, es findet keine Paarung statt, und die Verjüngung und Vermehrung des Espenbaumes, welche sich vor unsern Augen abspielt, ist daher als eine ungeschlechtliche zu bezeichnen. Die Erwägung, daß aus einer Espenwurzel nicht nur ein einzelner Sproß, sondern zehn Sprosse hervorgegangen sind, drängt aber auch zu der Annahme, daß sich die Protoplasten des wachstumsfähigen Wurzelgewebes unter den neuen, durch das Fällen des Baumes geschaffenen Verhältnissen gesondert, daß sie sich zu zehn Vereinen gruppiert haben, von welchen jeder von nun an ganz der neuen Aufgabe lebt, das Wachstum des in seiner Mitte aufzubauenden Sprosses zu fördern. Wenn man der Lage dieser Zellvereine nachspürt, so ergibt sich, daß es jedesmal die tiefern Schichten der Rinde sind, wo sich der neue Bildungsherd entwickelt. Aus einer Zelle, deren Protoplast den ganzen Verein beherrscht, und der die Führung bei dem neuen Aufbaue übernimmt, entsteht zunächst ein zarter Gewebekörper, welcher einerseits nach außen gegen die oberflächlichen Schichten der Rinde vordringt, anderseits nach innen stielartig in die Kambiumschicht der Wurzel eingreift. Alsbald entwickeln sich auch Gefäßbündel, durch welche der stielartige Anfang der neuen Knospe mit dem Holzkörper der Wurzel in Verbindung gesetzt wird, und wenn das alles abgethan ist, so wird endlich die Rinde durchbrochen, und eine Knospe, welche hinter ihrer fortwachsenden Spitze Blätter anlegt, wächst aus der Durchbruchstelle empor.

Es werden solche Knospen sowie die aus ihnen hervorgehenden Sprosse wurzelständig genannt. Sie sind nichts weniger als selten, und es wäre irrig zu glauben, daß sie nur an der als Beispiel gewählten Espe vorkommen. Nicht nur eine große Zahl von

Bäumen, sondern auch viele Sträucher und eine Menge hoher und niederer Staudenpflanzen zeigen diese Art der Verjüngung und Vermehrung, und für manche ist sie die sicherste und ergiebigste Art der Vervielfältigung. Auch ist hier der Meinung vorzubeugen, daß wurzelständige Knospen nur dann entstehen, wenn die oberirdischen Teile der betreffenden Pflanzenstöcke infolge eines außergewöhnlichen Ereignisses verletzt oder vernichtet wurden. Gewiß ist das der häufigste Anstoß, aber ebenso gewiß ist, daß nicht wenige Bäume und Sträucher, ohne durch Wurmfraß und Windbruch oder durch das Beil des Holzhauers Schaden gelitten zu haben, von selbst an ihren Wurzeln Knospen anlegen, wenn ihre Zeit gekommen ist, wenn sie nämlich altersschwach geworden sind und in der Krone ein Ast nach dem andern abstirbt. Alte, wipfeldürre Bäume der Espe, des Götterbaumes, Tulpenbaumes und Färbermaulbeerbaumes (Populus tremula, Ailanthus glandulosa, Liriodendron tulipifera, Maclura aurantiaca), ebenso die abdorrenden Sträucher der Himbeere, des Sanddorns, Bocksdorns, Weißdorns und Sauerdorns, des Flieders und der Rosen (Rubus Idaeus, Hippophaë, Lycium, Crataegus, Berberis, Syringa, Rosa) und noch zahlreiche andre Holzgewächse sind immer mit einem aus ihren Wurzeln hervorgegangenen reichlichen jungen Nachwuchse umgeben, während an den jungen Exemplaren derselben ohne vorhergegangene Schädigung der oberirdischen Teile niemals eine solche „Wurzelbrut" bemerkt wird.

Gärtner benutzen die Fähigkeit der Wurzeln, Knospen anzulegen, auch zur Vermehrung, indem sie ausgeschnittene Wurzelstücke der betreffenden Pflanzen in feuchtgehaltenes Erdreich stecken, wonach sie fast mit Sicherheit auf einige Knospen an jedem Wurzelstücke rechnen können. Mit besonders günstigem Erfolge wird diese Vermehrung durch sogenannte Wurzelstecklinge bei den schönblühenden Bäumen und Sträuchern Cydonia Japonica, Paulownia imperialis, Tecoma radicans, Dais cotonifolia und verschiedenen Arten von Acacia, Halesia, Hermannia und Plumbago in Anwendung gebracht. Übrigens wird die Ausbildung von Knospen an den Wurzeln nicht nur an Bäumen und Sträuchern, sondern auch an krautartigen Gewächsen beobachtet und zwar an einem Teile als gewöhnlicher, alljährlich sich wiederholender Vorgang; beispielsweise bei dem Attich (Sambucus Ebulus), der Seidenpflanze (Asclepias Cornuti), der Sophore (Sophora alopecuroides), der breitblätterigen Kresse (Lepidium latifolium), dem kleinen Sauerampfer (Rumex Acetosella), verschiedenen Arten der Gattungen Leinkraut und Wolfsmilch (z. B. Linaria pallida, genistaefolia, vulgaris, Euphorbia Cyparissias), mehreren Korbblütlern und Pelargonien, an einem andern Teile als seltenes, durch besondere äußere Verhältnisse, zumal durch Verletzungen bedingtes Ereignis; beispielsweise an den verletzten Wurzeln einiger Orchideen (Epipactis microphylla, Neottia Nidus avis) und des zu den Farnen gehörenden Natterzüngleins (Ophioglossum vulgare). Nicht zu vergessen sind hier auch die Knospen, welche an den Luftwurzeln entstehen. Aus den säulenförmigen Luftwurzeln der tropischen Feigenbäume kommen Knospen und aus diesen belaubte Sprosse so regelmäßig hervor, daß man diese Säulen beim ersten Anblicke auch für Stämme zu halten geneigt ist.

Stammständige Knospen.

Knospen und Sprosse, welche unmittelbar aus einem Teile des Stammes hervorwachsen, werden stammständig genannt. Jedes Glied des Stammes kann zum Ausgangspunkte von Knospen werden. Am häufigsten sind es allerdings die als Niederblatt- und Mittelblattstamm bezeichneten Höhenstufen, wo sich Knospen, zumal solche, die später zu Ablegern werden, ausbilden, aber auch noch unterhalb und oberhalb sieht man, und zwar ohne daß eine Verletzung oder sonst irgend ein äußerer Anlaß nachzuweisen wäre, Knospen

entspringen. So z. B. ist es ein sehr gewöhnlicher Fall, daß an dem Keimblattstamme des in unsern Gemüsegärten und auf Feldern so häufigen Gauchheils (Anagallis phoenicea) und der mit demselben als Unkräuter wachsenden Wolfsmilcharten (Euphorbia Peplus und helioscopia), desgleichen am Keimblattstamme der jungen Pflanzen des Leinkrautes (Linaria vulgaris) und einiger Doldenpflanzen Knospen angelegt werden, die sofort zu grünbelaubten Sprossen austreiben. Wahrscheinlich kommt diese Erscheinung auch noch an so manchen andern Pflanzen vor, ist aber bisher nur übersehen worden.

Diese Knospen am Keimblattstamme verdienen um so mehr Beachtung, als sie unterhalb der Keimblätter und durchaus nicht aus einer Blattachsel, d. h. nicht aus dem Winkel, welchen ein Blatt mit dem Stamme bildet, hervorgehen. In der Mittelblattregion ist der Ursprung außerhalb der Blattachsel verhältnismäßig selten. Als hierher gehörige Fälle mögen die über die Blattachsel emporgerückten Knospen der Nachtschattengewächse (Solanaceen), die seitlich neben den Laubblättern aus dem Stamme entspringenden Knospen der Serjania, Medeola asparagoides rc. und die den Laubblättern gegenüberstehenden Knospen der Ampelideen erwähnt werden. Aber auch in diesen Fällen ergeben sich doch immer gewisse räumliche Beziehungen zu den Laubblättern des Stammes, die sich am natürlichsten daraus erklären, daß die stammständige Knospe zu ihrer weitern Entwickelung der in dem grünen Gewebe der Blätter entwickelten Baustoffe bedarf. Nun aber werden ihr diese auf kürzestem Wege dann zugeführt, wenn sie möglichst nahe an der Einmündungsstelle der aus dem grünen Blatte in den Stamm leitenden Gefäßbündel zu stehen kommt.

Wenn an einem Stamme sehr viele Laubblätter dicht gedrängt beisammenstehen, ist es kaum möglich, daß sich in jeder Blattachsel eine Knospe ausbilde; in solchen Fällen erscheint für die Knospen immer eine passende Auswahl der Ursprungsstellen getroffen; in den Achseln der meisten Blätter werden an solchen reichbelaubten Stämmen gar keine Knospen angelegt, und nur an den für das weitere Fortkommen des Pflanzenstockes günstigsten Stellen sieht man einige kräftige Knospen entspringen. So verhält es sich beispielsweise bei den meisten Wolfsmilcharten, bei dem Leinkraute, den Fichten und Tannen, den Araukarien und den zahlreichen andern Koniferen. Wo in der Achsel der Laubblätter Knospen angelegt werden, kommt auf je ein Blatt entweder nur eine Knospe, oder es stehen mehrere Knospen in den Blattachseln gehäuft beisammen und zwar in der Weise, daß eine durch die mittlere Stellung und gewöhnlich auch durch die Größe auffällt, während die andern untergeordnet erscheinen. Am Mittelblattstamme sind solche gehäufte Knospen, deren Bedeutung auf den nächsten Seiten noch einer eingehendern Erörterung unterzogen werden soll, auf gewisse Arten der mittelländischen, neuholländischen und verschiedener Steppenfloren beschränkt; desto häufiger beobachtet man sie am Niederblattstamme, zumal der Zwiebelpflanzen. Da kommt es vor, daß in der Achsel eines einzigen breiten, schuppenförmigen Zwiebelblattes ein ganzes Dutzend kleiner Knospen von dem kurzen, dicken Niederblattstamme entspringt.

Die in der Hochblattregion entstehenden Knospen entwickeln sich meistens zu Blüten, deren Aufgabe es ist, Früchte auszubilden, und welche daher erst in einem spätern Abschnitte besprochen werden können. Indessen fehlt es auch in der Hochblattregion nicht ganz an knospenförmigen Ablegern; die Gräser, die Steinbreche, die Knöteriche bieten in dieser Beziehung eine Menge von Beispielen.

Verletzungen können in allen Höhenstufen des Stammes Knospenbildung veranlassen, wobei die Knospen stets an der verletzten Stelle entstehen und eine Beziehung der Bildungsstätte der Knospen zu den Blättern nicht erkannt werden kann. Es ist ein Fall bekannt, wo an dem quer durchschnittenen Stamme eines krautigen Seekohlstockes (Crambe maritima) das Mark in Fäulnis übergegangen war und an der Innenfläche des Gefäßbündelringes aus dem Gewebe der sogenannten Gefäßbündelscheide Knospen,

beziehentlich Sprosse ausgebildet wurden. Wird der Hauptstamm oder der Ast eines Laubholzes, z. B. einer Eiche oder Esche, quer abgeschnitten, so entsteht an dem Stummel rings um den Holzkörper über der Rinde oder, genauer gesagt, an der Grenze von Holz und Bast aus den Markstrahlen des Weichbastes ein Gewebekörper, welcher sich aufwulstet und nachgerade die Gestalt eines Ringwalles annimmt. Die durchschnittenen bloßliegenden Holzzellen inmitten des Ringwalles haben nicht die Fähigkeit, sich zu teilen, zu vermehren und den Ausgangspunkt für ein Neugebilde zu schaffen, sie vertrocknen an der Luft, der sie ausgesetzt sind, und sterben ab. Das Gewebe, welches den Ringwall bildet, nimmt aber an Breite zu, verengert das tote Mittelfeld am Querschnitte des Stummels mehr und mehr und überwallt dasselbe schließlich so vollständig, daß das durchschnittene Holz von der Neubildung ganz überdeckt ist. Man nennt diese Neubildung Callus und vergleicht sie mit der Neubildung, welche an einem amputierten Arme oder Fuße, von dem unter der Haut liegenden Bindegewebe ausgehend, allmählich den ganzen Amputationsstummel überzieht. Dieser Callus hat für die verstümmelten Pflanzen darum ein besonderes Interesse, weil in ihm Bildungsherde für neue Knospen entstehen, aus denen weiterhin der sogenannte Stockausschlag hervorgeht. An dem Längsschnitte, welcher durch den überwallten Stummel eines Eichenbaumes geführt wird, sieht man den Callus zwischen den alten Bast und das alte Holz gleichsam eingekeilt und bemerkt, daß die Neubildung vorwaltend zwar aus parenchymatischem Zellgewebe besteht, daß sich aber auch Gefäßbündel ausgebildet haben, welche, dem eingekeilten Teile des Callus entspringend, vielfach verkrümmt und verbogen nach abwärts verlaufen und die organische Verbindung mit dem alten Stammstücke herstellen. Die Knospen, welche aus dem Callus entspringen, stehen, wie schon erwähnt, mit Blättern in keinem wie immer gearteten Zusammenhange, zeigen auch keine geometrisch geordneten Abstände wie die aus den Blattachseln hervorgehenden Knospenbildungen, sind meistens gehäuft und entstehen nichts weniger als gleichzeitig. Es können aus einem solchen Callus mehrere Jahre hindurch immer wieder neue Knospen an geeigneten Stellen angelegt werden, und man kann Sprosse des verschiedensten Alters von dem Callus sich erheben sehen. Unwillkürlich wird man bei Betrachtung solcher die Stummel überwallenden Callusgebilde, aus denen Sprosse als gerade Fortsetzungen des quer abgeschnittenen alten Stammes erscheinen, an die durch Pfropfen und Äugeln veredelten Bäumchen erinnert, welche Band I, S. 197 und 198 besprochen wurden. Auch die Parallele mit gewissen schmarotzenden Pflanzen drängt sich auf, namentlich mit der Riemenblume (Loranthus), deren Verbindung mit dem Wirte in ganz ähnlicher Weise wie jene des Callus mit dem alten Stummel durch ein zwischen Rinde und Holz eingekeiltes Gewebe hergestellt wird (vgl. Band I, S. 195).

Wie das Durchsägen oder Durchschneiden eines ganzen Stammes, hat auch das Ausschneiden der Rinde an den Seiten eines Stammes Callusbildung im Gefolge, und so wie dort geht bei seitlichen Verwundungen des Stammes die Überwallung des entblößten Holzes mit Callus von dem Gewebe zwischen der Rinde und dem Holzkörper aus. Außerdem stellt sich an einigen Bäumen die Callusbildung auch ohne äußere Verletzungen von selbst ein, so z. B. an Eschenstämmen, deren Rinde stellenweise ohne ersichtliche äußere Ursache zerklüftet und aufbricht, und wo dann in die Aufbruchsspalten kallöses Gewebe eingeschoben wird. Ältere Stämme der nordamerikanischen Esche Fraxinus nana sind stets mit solchen kallösen Wülsten und Kröpfen über und über besetzt, und die meisten Wülste bilden den Ausgangspunkt für 10, 20, 30, ja selbst noch für mehr Knospen.

Es dürfen übrigens die aus den kallösen Wucherungen der Stämme entspringenden Knospen nicht mit jenen verwechselt werden, welche die Förster „schlafende Augen“ und „schlafende Knospen“ nennen, ebensowenig mit jenen Gebilden, welche man ehemals nebenständige, oberständige und unterständige Beiaugen, in neuerer Zeit seriale Knospen genannt

hat, die zwar ihrer Entwickelung nach eine sehr große Mannigfaltigkeit zeigen, aber doch alle zusammengenommen Einrichtungen darstellen, welche die Gewächse vor dem Zugrundegehen bewahren, indem sie abgestorbene Sprosse zu ersetzen die Aufgabe haben. Diese mit Rücksicht auf die angedeutete Rolle am passendsten unter dem Namen Reserveknospen zusammengefaßten Gebilde entstehen entweder schon gleichzeitig mit denjenigen, für welche sie unter Umständen als Ersatz einzuspringen haben, oder sie werden erst nachträglich in der nächsten Nachbarschaft der Ursprungsstellen abgedorrter Sprosse in der Rinde angelegt. Das letztere kommt verhältnismäßig seltener vor. Bei dem Besenstrauche (Spartium scoparium), welcher Band I, S. 305 abgebildet ist, entsteht in der Achsel eines jeden Blattes immer nur je eine Knospe. Diese wächst im nächsten Jahre zu einem langen, gertenförmigen Sprosse aus, und gleichzeitig wird knapp unterhalb der Basis dieses Sprosses eine neue Knospe im Rindengewebe angelegt. Wenn nun im folgenden Jahre der erste Sproß abstirbt, was sehr häufig, zumal an der Nordgrenze des mittelländischen Florengebietes, der Fall ist, so entspringt aus dieser Knospe ein Sproß, und dicht unter seiner Basis wird neuerdings eine Ersatzknospe angelegt. Das kann so mehrere Jahre hindurch fortgehen, und zuletzt sieht man dann eine ganze Reihe abgedorrter Stummel oberhalb des letzten Ersatzsprosses stehen. Diese nicht nur an dem Besenstrauche, sondern auch an mehreren andern verwandten Schmetterlingsblütlern der Mittelmeerflora beobachtete Wachstumsweise beeinträchtigt sehr auffallend das frische, kräftige Aussehen der Gewächse; es wird durch das Vorhandensein der zahlreichen, gehäuften abgedorrten Reste der Eindruck des Krankhaften und Verkümmerten hervorgebracht, oder aber man wird versucht, zu glauben, daß diese Büsche von Tieren abgefressen oder durch die Hand der Menschen alljährlich gestutzt und verstümmelt wurden, während sich doch an ihnen alle diese Veränderungen ohne solche Eingriffe von selbst vollziehen.

Bei der unter den Namen Akazie bekannten Robinia Pseudacacia bildet sich in der Achsel eines jeden Laubblattes anfänglich nur eine Knospe aus, später entsteht aber zunächst der verdickten Basis des Blattstieles am Stamme eine Höhlung, und man sieht in dieser Höhlung einen, zwei, ja selbst drei kleine Höcker unterhalb der ersten Knospe sich erheben. Diese Höcker sind nichts andres als die ersten Anfänge von Reserveknospen, welche hier, überdeckt und geschützt von dem Reste des Blattstieles, sich entwickeln. Wenn dann im nächsten Jahre der aus der ersten Knospe hervorgegangene Sproß abstirbt, was sehr oft der Fall ist, so kommt die oberste Reserveknospe an die Reihe, d. h. es wächst dieselbe zu einem Ersatzsprosse aus, der selbst wieder absterben und durch die nächste Reserveknospe ersetzt werden kann. Ganz ähnlich wie die Robinia Pseudacacia verhalten sich auch die verschiedenen Arten der Gattung Gleditschia, doch sind an diesen Bäumen die Reserveknospen nur teilweise unter dem Blattstielreste versteckt, und die Fähigkeit, neue Knospen an den Enden der Stengelglieder anzulegen, ist bei ihnen fast unbegrenzt. Es gibt Gleditschien, wie z. B. Gleditschia Caspica, an welchen der Ersatz der abdorrenden Kurztriebe zehn und sogar noch mehr Jahre hindurch stattfindet, was zur Folge hat, daß an diesen Bäumen die sehr langen Äste an dem Bildungsherde der Knospen knotenförmig verdickt sind, und daß man an diesen Knoten die aus frühern Jahren herstammenden abgedorrten Stummel von 20 und mehr Kurztrieben dicht gedrängt beisammen stehen sieht.

An dem kaukasischen, mit den Walnüssen verwandten Baume Pterocarya Caucasica entsteht im ersten Jahre in der Achsel jedes Laubblattes nur eine einzige Knospe, und diese erscheint merkwürdigerweise 1,5—2 cm über den Blattansatz emporgerückt. Während dieselbe im nächsten Jahre zu einem Sprosse auswächst, wird knapp über dem alten Blattansatze eine Reserveknospe angelegt, welche für den Fall der Beschädigung des ersten Sprosses erst in einem spätern Jahre zur Entwickelung kommt.

Bei weitem häufiger als die eben geschilderten sind jene Fälle, wo die im ersten Jahre austreibenden und die zum Ersatze derselben schlafend zurückbleibenden Knospen sämtlich zu gleicher Zeit angelegt werden. An dem schwarzen Holder (Sambucus nigra) entstehen in jeder Blattachsel zwei Knospen übereinander, an dem blaufrüchtigen Geißblatte (Lonicera coerulea) sowie an mehreren mit diesem verwandten Arten entwickeln sich in einer geraden Zeile übereinander stehend in jeder Blattachsel drei Knospen von nahezu gleicher Größe. Im nächsten Jahre wächst aber meistens nur aus einer derselben ein Sproß hervor, die andern bleiben zurück, erhalten sich ein paar Jahre lebend in Reserve und treiben nur dann aus, wenn der erste Sproß zu Grunde gegangen sein sollte. Bei den strauchförmigen nordamerikanischen Amorphen, von welchen mehrere, namentlich Amorpha fruticosa, glauca und nana, zu beliebten Ziersträuchern in den europäischen Gartenanlagen geworden sind, werden über jedem Laubblatte zwei Knospen angelegt, eine kleinere und dicht über ihr eine größere. Aus der letztern geht im nächsten Jahre ein Sproß hervor, die kleinere bleibt in Reserve. Dorrt nun der zuerst entwickelte Sproß ab, was sehr häufig geschieht, so treibt die Reserveknospe aus, und man sieht dann dicht über dem frischen Triebe den Stummel des abgedorrten, zuerst entwickelten Sprosses. Auch an dem nordamerikanischen Baume Gymnocladus Canadensis kommt es an den obern Gliedern der kräftigen Zweige über dem Ansatze eines jeden Blattes zur Ausbildung zweier übereinander stehender Knospen, einer obern größern und einer untern kleinern, von welchen die letztere nur für den Fall, daß ein Ersatz notwendig sein sollte, austreibt. Mehrere andre Holzpflanzen, deren Stämme zwar sehr dick werden, die aber weder baumartigen Wuchs noch gleichmäßige schöne Kronenbildung zeigen, und für welche als Beispiele der Judasbaum (Cercis Siliquastrum) und die japanische Forsythia viridissima angeführt sein mögen, entwickeln gertenförmige Langtriebe, deren obere Hälfte während des Winters häufig abstirbt. An der untern, lebendig bleibenden Hälfte sind die Knospen sehr genähert, und meistens stehen je zwei derselben dicht übereinander. Von diesen beiden entwickelt sich aber im nächsten Jahre zunächst nur die obere; erst dann, wenn diese verkümmern sollte, kommt auch an die untere Knospe die Reihe.

Mitunter entstehen in der Achsel eines jeden Laubblattes drei Knospen, welche nicht über-, sondern nebeneinander stehen. Die mittlere dieser drei Knospen treibt im nächsten Jahre zu einem Sprosse aus, die seitlichen bleiben in der Reserve zurück. Stirbt der ausgetriebene Sproß ab, so kommt im darauf folgenden Jahre eine der beiden Ersatzknospen zur Entwickelung, wie z. B. an Lonicera fragrantissima und an den Langtrieben der Zürgelbäume (Celtis Tournefortii, orientalis, occidentalis), oder es entwickeln sich beide Ersatzknospen gleichzeitig, wie bei dem südlichen Rohre (Arundo Donax) und mehreren Arten der Gattung Bambusa. Die Arten der Gattung Zanthoxylon legen in jeder Blattachsel 9—18 Knospen an, von denen die mittlere die größte ist und im nächsten Jahre zu einem Kurz- oder Langtriebe auswächst. Die andern kleinern Knospen bleiben an der Basis des Triebes in der Rinde in Reserve zurück.

An dem Keuschbaume (Vitex Agnus castus) werden in der Achsel eines jeden Laubblattes je vier Knospen angelegt, eine mittlere, welche die größte ist, eine kleinere, welche unterhalb der großen zu stehen kommt, und zwei andre kleinere, von welchen die eine rechts, die andre links von der großen mittlern postiert ist. Im nächsten Jahre treibt aus der großen mittlern Knospe ein Sproß hervor, während die drei kleinern ruhend verharren. Erst im zweiten Jahre, wenn der mittlere Sproß abgestorben ist, was sehr häufig vorkommt, treiben die kleinen Reserveknospen aus und zwar nicht selten alle drei zu gleicher Zeit, was dann zur Folge hat, daß stellenweise vier schlanke Sprosse gebüschelt von einem Punkte ausstrahlen, ein abgedorrter und drei grünende. Wenn diese letztern an ihren Spitzen wieder abdorren

sollten, so brechen aus den Knospen ihrer Basis neue Sprosse hervor, und Gebüsche, an welchen das vorkommt, machen dann einen recht häßlichen, struppigen, besenartiger Eindruck, zumal zur Zeit, wenn sie ihres Laubschmuckes beraubt sind.

Eine seltsame Ausbildung der Reserveknospen beobachtet man auch an dem in den südrussischen Steppen vorkommenden struppigen Strauche **Atraphaxis**. In der Achsel jedes Laubblattes entstehen zu gleicher Zeit vier dicht zusammengedrängte Knospen, eine sehr kleine unmittelbar über dem Ansatze des Blattes, eine große über ihr und zwei von mittlerer Größe rechts und links. Die große Knospe wird zu einem belaubten Sprosse, die kleine zu einer Blüte, die beiden seitlichen erhalten sich als Reserveknospen unverändert in das zweite, unter Umständen auch in das dritte Jahr. Stirbt der aus der großen Knospe hervorgegangene Sproß ab, so kommen die seitlichen Reserveknospen zur Entwickelung; sobald aber diese auszutreiben beginnen, werden schon wieder Reserveknospen und zwar rechts und links von den ausgetriebenen in der Rinde angelegt. Auch in diesem Falle steht der struppige Wuchs des genannten Steppenstrauches mit der eigentümlichen Knospenbildung im Zusammenhange. Sehr häufig ist auch folgender Fall. Aus einer oder mehreren der in den Blattachseln gehäuften bald über-, bald nebeneinander gestellten Knospen gehen Blütensprosse hervor. Erst dann, wenn die aus den Blüten entstandenen Früchte, beziehentlich die sie tragenden Sprosse abgefallen sind und sich an der Ablösungsstelle eine Narbe gebildet hat, kommen die Reserveknospen an die Reihe, von welchen bei **Spiraea crenata** nur eine, bei der Zwergmandel und der Mahalebkirsche (**Amygdalus nana** und **Prunus Mahaleb**) 2—3 vorbereitet wurden. Es herrscht in dieser Beziehung eine fast unerschöpfliche Mannigfaltigkeit, deren eingehendere Schilderung aber nicht in den Rahmen dieses Buches passen würde. Immerhin möchte ich jedoch bei dem Umstande, daß diese Verhältnisse von seiten der Botaniker bisher nicht gebührend gewürdigt wurden, auf die eigentümlichen Entwickelungsvorgänge bei **Budleia, Rhodotypus, Fontanesia, Philadelphus, Rubus, Berberis, Caragana, Alhagi, Lycium, Ephedra** aufmerksam machen und auch darauf hinweisen, daß insbesondere die holzigen, strauchigen und halbstrauchigen Steppenpflanzen, welche dem Erfrieren und Abdorren der Triebe am häufigsten ausgesetzt sind, hochinteressante Verhältnisse in der Bildung der Reserveknospen aufweisen.

Eine von allen andern abweichende Form der Reserveknospen findet man bei den Weiden. Schon beim ersten Anblicke eines einjährigen Weidenzweiges fällt es auf, daß jede Knospe lediglich von einer einzigen kapuzenartigen Schuppe eingehüllt wird, daß diese Knospenschuppe ihren Ursprung aus äußern Schichten des Rindengewebes nimmt und gewissermaßen ein sich abhebendes und die Knospenanlage überdeckendes Rindenstück darstellt. Die von dieser Schuppe umhüllte, ziemlich große Knospe zeigt eine Spindel, welche als Seitenachse aus der Achse des knospentragenden Zweiges ihren Ursprung genommen hat, und es lassen sich die Holzgefäße und Holzzellen in ununterbrochenem Zuge von dem Zweige zur Knospenbasis verfolgen. Neben dieser großen bemerkt man aber auch noch sehr kleine Knospenanlagen, zu welchen aus dem Holze des Zweiges keine Bündel hinleiten, die vielmehr aus einem in die Rinde eingeschalteten besondern Zellengewebe ihren Ursprung nehmen und am erstjährigen Zweige äußerlich aus dem Grunde nicht gesehen werden können, weil sie von der großen kapuzenförmigen Knospenschuppe überdeckt sind. Das Zellengewebe, aus welchem diese kleinen Knospen entspringen, könnte mit einem Callus verglichen werden, wenn es nicht an ganz unverletzten Zweigen, und noch lange vor der Bildung von Sprüngen und Rissen in der Rinde entstehen würde. Wenn nun im zweiten Jahre die große Mittelknospe zu einem Seitenzweige auszuwachsen beginnt, wenn sich die Achse derselben streckt und die kapuzenförmige Schuppe abgeworfen wird, kommen auch die kleinen Knospen in Sicht, sie erscheinen deutlich als verkehrt-eiförmige oder kugelige Warzen an der Basis der neuen, aus

den großen Knospen hervorgegangenen Seitenzweige, werden aber nicht größer und nicht kleiner, sondern verharren unverändert in tiefem Schlafe. Möglicherweise kommen sie auch gar nie zur weitern Entwickelung; für den Fall aber, als der Zweig, an dessen Basis sie ausgebildet wurden, Schaden leiden und absterben sollte, erwachen sie aus dem Schlafe, treiben aus und werden zu belaubten Zweigen. Augenscheinlich kommt ihnen die Aufgabe zu, das durch Ungunst äußerer Verhältnisse verloren Gegangene zu ersetzen.

Die Bruchweiden haben ihren Namen von der auffallenden Brüchigkeit ihrer Zweige erhalten. Der Hartbast und das Holz derselben zeigen an der Basis der ein- und zweijährigen Zweige einen eigentümlichen Bau, von dem es abhängt, daß selbst bei geringem Anstoße eine Trennung des Gewebes stattfindet, daß nämlich der Zweig an der Basis quer abbricht und zu Boden fällt. Es scheint für diese Bruchweiden von Vorteil, daß sie sich gewisser unbelaubter und unnützer, nur noch mit Narben abgefallener Blütenkätzchen besetzter Zweigstücke, die für sie ein wahrer Ballast sind, entledigen. So viel ist gewiß, daß mehrere Bruchweiden einen Teil dieser Zweige aus eignem Antriebe abwerfen, und daß an Stelle derselben aus den oben beschriebenen, in der Rinde steckenden schlafenden Knospen belaubte Zweige als Ersatz hervorsprießen. An Pappelbäumen werden ähnliche Vorgänge beobachtet; doch brechen bei diesen die Zweige ein kleines Stück über der Basis ab, und der Ersatz der mit toten Narben bedeckten Zweige durch solche, welche mit grünen Laubblättern geschmückt sind, findet durch die in den Achseln ehemaliger Knospenschuppen vorgebildeten Ersatzknospen statt. In diesen Fällen kann auch von einer Verstümmelung nicht die Rede sein, so wenig als etwa bei dem Abwerfen der Laubblätter im Herbste, das sich zum Vorteile der Pflanzen von selbst vollzieht, und auf welches äußere Verhältnisse nur einen beschleunigenden oder verzögernden Einfluß zu nehmen vermögen.

In allen bisher geschilderten Fällen werden die Ersatzknospen im Gewebe der Rinde ausgebildet. Eine direkte Verbindung derselben mit dem Holzkörper des zugehörigen Stammes besteht anfänglich nicht; erst dann, wenn die Ersatzknospen aus ihrem Schlafe aufgeweckt werden, wenn sie an Stelle eines geopferten Vorder- oder Nebensprosses einzuspringen haben und selbst zu einem Sprosse austreiben sollen, wird durch besondere leitende Stränge eine Verbindung mit dem Holzkörper und insofern auch mit der Strombahn des rohen Nahrungssaftes hergestellt.

Nun gibt es aber noch eine weitere Form von Ersatzknospen, welche schon von Anfang an mit dem Holze des zugehörigen Stammes in Verbindung gesetzt sind, auch zeitlebens mit demselben in Verbindung bleiben, und für welche der schon erwähnte Name **schlafende Augen** von den Forstleuten insbesondere in Anwendung gebracht wird. Wenn man einen einjährigen Zweig betrachtet, so zeigt sich, daß die in den Blattachseln ausgebildeten Knospen an seiner obern Hälfte auffallend größer und kräftiger sind als jene an seiner Basis, ja über dem Ansatzpunkte der untersten schuppenförmigen Niederblätter des Zweiges vermag man in den meisten Fällen äußerlich nicht einmal eine Wulstung, welche als Anlage einer neuen Knospe gedeutet werden könnte, wahrzunehmen. Erst an Längsschnitten, welche durch den untersten Teil des betrachteten Zweiges geführt werden, bemerkt man, daß auch hier in der Tiefe des Rindengewebes Knospen in ihren ersten Anfängen vorhanden sind. Die am Schlusse des ersten Jahres in der Mittelhöhe und am Ende des Zweiges sichtbaren großen Knospen wachsen im zweiten Jahre zu neuen, unterwärts wieder mit Knospenschuppen, oberwärts mit Laubblättern besetzten Zweigen aus; aber die kleinen, unscheinbaren, oberflächlich bisweilen gar nicht sichtbaren Knospen an der Basis des erstjährigen Zweiges, von welchen eben die Rede war, bleiben unentwickelt und wie in tiefen Schlaf versunken zurück. Sie erhalten sich an ihrer Bildungsstätte im Bereiche der Rinde bald oberflächlich sichtbar, bald von äußerm Rindengewebe überdeckt nahezu in der gleichen Größe und Form,

und die einzige Veränderung, die vorgeht, besteht darin, daß die aus dem Holze des Zweiges zu den schlafenden Knospen hinleitenden Bündel sich alljährlich um die Dicke des neuen Holzringes verlängern. Diese Bündel zeigen die gleiche Anordnung wie in den oberflächlich sichtbaren Zweigen, und insofern könnte man sie auch als verborgene Seitenachsen oder Seitenzweige auffassen, welche im Holze des Hauptzweiges eingebettet liegen und mit schlafenden Knospen abschließen. Dieser Vergleich ist um so mehr berechtigt, als die im Holze verborgenen Seitenachsen und Seitenzweige in derselben Weise sich verästeln können wie jene, welche von der Peripherie des Stammes ausladen und sich in der Luft verästeln. Auch neue Knospen können an den verborgenen Seitenzweiglein innerhalb der Holzmasse des immer dicker und dicker werdenden Hauptstammes angelegt werden, und an manchen Bäumen bilden sich sogar, in der Holzmasse des Stammes eingebettet, vielverzweigte, mit schlafenden Knospen abschließende Gebilde, welche auf den Verlauf der umgebenden Holzröhren und Holzfasern des Hauptstammes störend einwirken und vielfache Verkrümmungen und Verschlingungen derselben veranlassen. Es entstehen auf diese Weise bald kleinere, bald größere, in die regelmäßig verlaufenden Elemente des Holzes eingeschaltete Knollen, welche sich aus den gabelig verzweigten und mit schlafenden Knospen abschließenden verborgenen Zweigen und aus vielfach gewundenen Holzfasern zusammensetzen, und die unter dem Namen Maserknollen bekannt sind. An Durchschnitten und Ausschnitten solcher Maserknollen, welche vor einigen Dezennien zu Furnieren sehr beliebt waren, sieht man die absonderlichsten Figuren, gewöhnlich mit Ringen umgebene Augen, welche dem Durchschnitte der verborgenen Zweige, und schlangenförmig verlaufende Linien, welche dem Durchschnitte der verbogenen Holzfasern entsprechen.

Wie schon oben erwähnt, werden an den Zweigen zahlreicher Bäume und Sträucher insbesondere jene Knospen schlafend zurückbehalten, welche den Achseln der untersten Blattgebilde entsprechen. Eine auffallende Abweichung zeigen die Tamarisken (**Tamarix**). Die jungen Zweige derselben sind mit unzähligen kleinen Blättchen besetzt, und in der Achsel eines jeden Blättchens werden gehäufte Knospen, gewöhnlich drei an der Zahl, angelegt. Daß alle diese Knospen im nächsten Jahre austreiben und sich gleichzeitig entwickeln, wäre schon mit Rücksicht auf den Raum unmöglich; es müßten da aus einem spannenlangen Zweige vielleicht tausend Seitenzweige zugleich hervorsprossen. In der That gehen nur aus verhältnismäßig wenigen der angelegten Knospen Sprosse hervor, und diese sind so zweckmäßig verteilt, daß keiner den andern beschränkt, ihn auf die Seite drängt oder ihm Luft und Licht streitig macht. Hunderte angelegter Knospen, welche schlafend zurückgeblieben sind, und zwar nicht nur an der Basis, sondern über die ganze Länge des Zweiges verteilt, stecken sozusagen in dem immer dicker und dicker werdenden Tamariskenzweige, und so erklärt es sich, daß die aus solchen Zweigen hervorgegangenen Stämme an Seitentrieben fast unerschöpflich sind, und daß selbst nach Jahren noch immer Hunderte von frischen Trieben aus ihnen hervorgehen können.

Es ist hier auch noch der Thatsache zu gedenken, daß an einem und demselben Baume oder Strauche Reserveknospen der verschiedensten Art vorkommen können. So z. B. findet man in den Zweigen und Stämmen der Gleditschien und Weiden neben den im Rindengewebe angelegten Reserveknospen immer auch schlafende Knospen am Ende verborgener Zweige und noch so manche andre Kombinationen, auf welche aber hier nicht des nähern eingegangen werden kann.

Die im Rindengewebe angelegten und mit dem Holze des zugehörigen Stammes nicht verbundenen Reserveknospen erhalten sich meistens nur einige Jahre hindurch lebensfähig, die schlafenden Knospen an den Enden verborgener Zweige dagegen können viele Jahre entwickelungsfähig bleiben, obschon weder ihre Gestalt noch ihre Größe eine Veränderung erfährt. Manche derselben sterben allerdings nach einigen Jahren ab, ohne daß andre an

ihre Stelle treten; manche gehen zu Grunde, werden aber durch neue, welche sich an den Enden der verborgenen Zweige ausbilden, ersetzt; aber das sind doch Seltenheiten im Vergleiche zu der großen Zahl jener Fälle, in welchen die schlafenden Knospen viele Jahre lang lebendig bleiben. Es ist etwas sehr Gewöhnliches, daß an alten Bäumen, deren Stämme längst mit Borke bedeckt sind, verborgene Zweige vom ältesten, innersten Holzringe durch 80, 100 und mehr Jahresringe zu den in der Rinde schlafenden Knospen hinausziehen, ohne daß am Stamme äußerlich die geringste Andeutung dieser Bildung bemerkt werden könnte!

Gesetzt nun den Fall, es habe einmal ein furchtbares Ungewitter seine verheerende Macht zur Geltung gebracht, ein Orkan habe die Krone des hundertjährigen Baumes niedergerissen, die mächtigen Äste seien geknickt und auf den Boden geschleudert, der Baum gleiche der Ruine eines Gebäudes, von welchem das Dach, der Giebel, die Zinnen und Mauern teilweise eingestürzt sind, und dort, wo früher die weitschattende Krone mit tausend belaubten Zweigen sich ausbreitete, ragen jetzt einige gesplitterte Stummel traurig in die Luft empor. Der Baum scheint rettungslos verloren, und man möchte befürchten, daß sein Stamm im nächsten Jahre bis zum Grunde vollständig abdorren werde. Doch wunderbarerweise regt sich nun in dem alten geborstenen Stamme neues Leben, die Knospen, welche in der Rinde 100 Jahre hindurch geschlafen hatten, strecken sich, drängen durch die Risse der Borke vor, wachsen zu kräftigen Zweigen aus, und binnen Jahresfrist sind die dicken, alten Stämme und Aststummel über und über mit neuen Zweigen besetzt, welche in ihren Blattachseln Knospen anlegen. Wieder nach Jahresfrist sprossen aus einem Teile dieser Knospen Seitenzweige hervor, und so geht das fort und fort, bis nach einem Dezennium der verstümmelte Baum mit einer neuen vielverzweigten Krone versehen ist. Wer möchte beim Verfolgen solcher Vorgänge daran zweifeln, daß das Zurückbleiben eines Teiles der Stammknospen eine Einrichtung ist, welche die dem Windbruche und andern Verstümmelungen ausgesetzten Bäume und Sträucher vor dem Verderben sichert, und daß die schlafenden Knospen als Reserveknospen für etwaige Unglücksfälle anzusehen sind!

Die Beobachtung, daß die von selbst abgeworfenen oder durch äußere Ursachen vernichteten Zweige aus dem Vorrate an schlafenden Knospen oder auch aus den Knospen des Callus ersetzt werden, hat zu verschiedenen Eingriffen in das natürliche Wachstum der Nutzpflanzen von seiten des Menschen geführt und eine Reihe von Vermehrungsarten veranlaßt, die von Landwirten und Forstleuten seit uralter Zeit geübt werden. Dahin gehört z. B. der Niederwaldbetrieb, der sich vorzüglich darauf stützt, daß sich an den zurückgelassenen Stummeln des Holzschlages neue Triebe aus den kallösen Wucherungen oder aus den schlafenden Augen ausbilden, die den Waldbestand, beziehentlich die entnommene Holzmasse binnen 30 oder 40 Jahren ersetzen, weiterhin die Gewinnung von Kopfholz, wobei die Bäume in einer gewissen Höhe des Stammes fortwährend verstümmelt werden und sich infolgedessen dort kopfförmig verdicken, wie dies namentlich an Pappeln, Eschen und insbesondere an den sogenannten Kopfweiden zu sehen ist. Das Beschneiden der Weinrebenstöcke, der Obstbäume, der zu Spalieren und Hecken in Parkanlagen oder zur Einzäunung von Grundstücken verwendeten Gehölze gehört gleichfalls hierher. Alle diese Manipulationen bezwecken einerseits die Entwickelung kräftiger Triebe aus den zurückgelassenen Stummeln und möglichst reichlichen Ertrag an Holz, Futterlaub und Früchten, anderseits dichtern Wuchs der Krone oder absichtliche Verkrüppelung, wie sie der altfranzösische Gartenstil mit seinen steifen grünen Wänden, Obelisken und wunderlichem Geschnörkel verlangt. Da aber jeder der verschiedenen Bäume und Sträucher in Beziehung auf die Callusbildung und schlafenden Augen seine Eigenheiten hat, so ist auch die Behandlung derselben beim Beschneiden mannigfaltig modifiziert. „Eines schickt sich nicht für alle" hat auch hier seine volle Geltung, und es wäre z. B. ein großer Fehler, die Apfelbäume wie

Kopfweiden behandeln oder die Kiefern zum Niederwaldbetriebe verwenden zu wollen. Auch die klimatischen Verhältnisse sind bei den absichtlich ausgeführten Verstümmelungen der Nutzpflanzen zu berücksichtigen, und um nur ein einziges Beispiel in dieser Beziehung zu bringen, sei erwähnt, daß das Zurückschneiden der Reben in den Weinbergen des kontinentalen Ungarn ganz anders ausgeführt wird als am Rhein, am Rhein wieder anders als in Oberitalien und in Oberitalien wieder anders als in Unteritalien. Hier wie dort hat sich im Laufe der Zeit die den gegebenen klimatischen Verhältnissen am meisten entsprechende Behandlungsweise herausgestellt.

Blattständige Knospen.

Mit den bisher aufgezählten, an den Wurzeln sowie in den verschiedenen Höhenstufen des Stammes sich ausbildenden Knospen ist die Mannigfaltigkeit dieser Gebilde noch lange nicht erschöpft, denn auch aus dem Gewebe der Blätter, zumal der Laubblätter, können Knospen und Sprosse hervorgehen. Es werden dieselben **blattständig** genannt und mit Rücksicht auf die Stelle ihres Ursprunges in mehrere Gruppen eingeteilt.

Vor der Besprechung dieser Einteilung ist es notwendig, darauf aufmerksam zu machen, daß die blattständigen Knospen wohl zu unterscheiden sind von jenen, welche auf den Laubblättern der Helwingie und auf den laubähnlichen Stammgebilden der Flachsproßgewächse vorkommen. Was zunächst die Helwingie anbelangt, von welcher auf S. 37 eine Abbildung eingeschaltet ist, so konnte durch sorgfältige Untersuchungen festgestellt werden, daß aus dem laubblatttragenden Stamme besondere Strangbündel ausgehen, welche zu den auf den Blättern sitzenden Knospen hinziehen. Jeder dieser Stränge repräsentiert einen Seitenstamm, ist aber nicht frei, sondern mit der Mittelrippe desjenigen Blattes, aus dessen Achsel er entspringt, verbunden. Dieser mit der Mittelrippe verwachsene Seitenstamm löst und erhebt sich erst im untern Drittel der Blattfläche aus seiner Verbindung, erscheint dann von einer Knospe oder, wenn er sich teilt, von mehreren Knospen abgeschlossen und kann, da diese Knospen Blütenknospen sind, auch als Blütenstiel aufgefaßt werden. Man kann daher nicht sagen, daß diese Blütenknospen blattständig sind, d. h. daß sie direkt aus dem Gewebe eines Laubblattes entspringen; thatsächlich gehen sie aus einem Stammgebilde hervor, nur ist ihr Träger, ihr Stiel, ihre Achse, mit der Mittelrippe eines Laubblattes teilweise verschmolzen. **Willdenow**, welcher die auf S. 37 abgebildete Pflanze zuerst beschrieben hat, nannte sie die **mäusedornblütige Helwingie** (Helwingia rusciflora), weil bekanntlich auch die Blütenknospen des Mäusedorns (Ruscus) von blattähnlichen Gebilden getragen werden (vgl. Bd. I, S. 307). Der Fall ist aber doch ein wesentlich andrer. Die grünen, blattähnlichen Gebilde des Mäusedorns, von deren oberer Fläche eine Blütenknospe entspringt, sind keine Blätter, sondern blattähnliche Kurztriebe, also Stämme, und die ihnen aufsitzenden Knospen sind daher auch nicht blattständig, sondern stammständig. Dasselbe gilt natürlich auch für die andern Flachsproßgewächse, von welchen einige Vertreter in der Abbildung auf S. 308 des ersten Bandes zusammengestellt sind, und insofern als wir die Wedel der Farne nicht als Laubblätter, sondern als Flachsprosse auffassen, auch für die Farne. Es wäre ganz und gar nicht am Platze, hier die Frage nach der Natur der Farnwedel zu erörtern und zu begründen, warum die Wedel als Flachsprosse oder Phyllokladien anzusehen sind. Diese Begründung wird erst gelegentlich der Schilderung der Farne einzuschalten sein, hier soll nur erwähnt werden, daß Knospen auf den Farnwedeln eine sehr häufige Erscheinung sind, ja daß gewisse Arten, wie z. B. Asplenium bulbiferum (s. Abbildung, S. 39, Fig. 1), fast auf allen ihren Wedeln Knospen ausbilden. In den meisten Fällen entspringen sie auf der Fläche der grünen Abschnitte des Wedels, an der in den Sümpfen

Ostindiens häufigen Ceratopteris thalictroides aus den Stielchen der einzelnen grünen Lappen, bei den Gleichenien aus den Gabelungen der Wedel (s. Abbildung, S. 12, Fig. 6) und an Asplenium Edgeworthii (s. Abbildung, S. 38) aus der Spitze des Wedels, also aus dem Ende des Flachsprosses. Dieser zuletzt erwähnte, auf der Borke von Bäumen wachsende Farn hat die merkwürdige Eigenschaft, daß die Spitzen seiner Wedel lichtscheu sind, sich gegen die dunkelsten Stellen des Standortes krümmen, in die Ritzen der Baumborke förmlich hineinkriechen, sich dort fest anlegen und über der Berührungsstelle eine Knospe ausbilden. Aus dieser Knospe gehen wieder Wedel hervor, von welchen sich aber

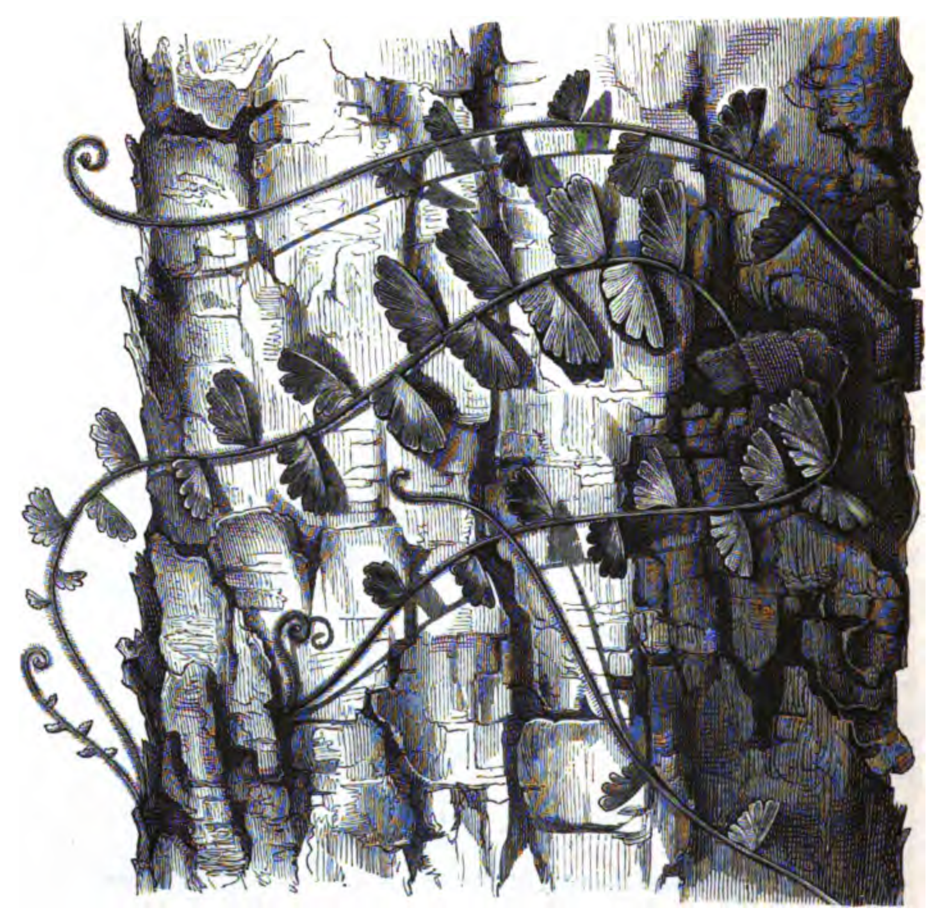


Helwingie (Helwingia rusciflora), mit Blüten auf den Laubblättern. Vgl. Text, S. 36.

meistens nur einer kräftig entwickelt und, nachdem er sich aufgerollt hat, mit der Spitze wieder eine dunkle Ritze aufsucht. Indem sich dieser Vorgang mehrmals wiederholt, werden die Stämme jener Bäume, auf deren Borke sich dieses Asplenium angesiedelt hat, von den Wedeln förmlich umgürtet und umsponnen, wie es die Abbildung auf S. 38 zur Ansicht bringt. Die einzelnen Wedel des Farnes erinnern dann lebhaft an die Ausläufer gewisser Ehrenpreis-, Günsel- und Singrün-Arten mit zweireihig gestellten Blättchen.

Im Gegensatze zu den von besondern, an die Blätter angewachsenen Stielen getragenen Knospen der Helwingie, den Knospen auf den blattartigen Kurztrieben des Mäusedorns und den Knospen auf den Wedeln der Farne, die wir trotz der großen Ähnlichkeit mit blattständigen Knospen samt und sonders als stammständig ansehen müssen, entspringen die **wirklichen blattständigen Knospen** stets aus **Zellen eines wahren Blattes** und stehen mit den nächstliegenden Stammgebilden nur insofern in Zusammenhang, als gleich

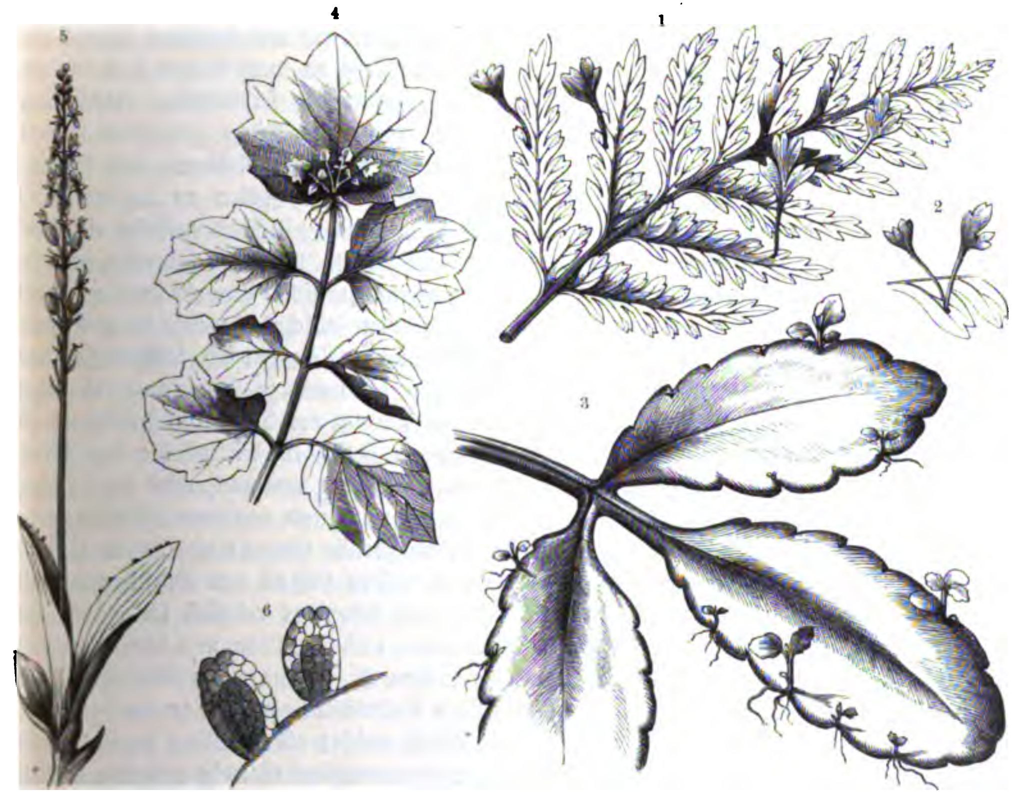
allen andern Blättern auch das die Knospe ausbildende Blatt seinen Ursprung aus einem Stamme herleitet. Die blattständigen Knospen gehen aus den Blättern auch dann hervor, wenn diese vom Stamme abgetrennt wurden, ja in vielen Fällen ist diese Abtrennung der Blätter sogar die Bedingung für die Entwickelung der Knospen. Eine dieses Verhältnis zeigende, zu den Dickblättern gehörende, aus dem tropischen Gebiete der Alten Welt stammende, aber schon seit langer Zeit in unsern Glashäusern kultivierte Pflanze, nämlich



Knospenbildung an der Wedelspitze des Farnes: Asplenium Edgeworthii. Vgl. Text, S. 37.

Bryophyllum calicinum, hat auch in nichtbotanischen Kreisen eine gewisse Berühmtheit erlangt, weil sich seiner Zeit Goethe mit derselben beschäftigte und ihrer mehrfach in seinen Schriften erwähnt. Die Laubblätter dieses Bryophyllum (s. Abbildung, S. 39, Fig. 3) sind fiederförmig geteilt, die einzelnen Lappen länglich-eiförmig und deutlich gekerbt. An jedem Blatte, das seine volle Größe erreicht hat, bemerkt man in den Einkerbungen eine Zellengruppe, welche dem freien Auge als ein punktförmiges Knötchen erscheint, und die, solange das Blatt am Stamme bleibt, sich nur selten weiterentwickelt, in welcher aber dann, wenn das Blatt abgepflückt und auf die Erde gelegt wird, eine lebhafte Fächerung beginnt, deren Ergebnis die Ausbildung eines kleinen Pflänzchens mit Stamm, Blättern und Wurzeln ist, wie es die Abbildung auf S. 39 darstellt. Die Blätter dieses Bryophyllum sind dick und fleischig und enthalten im ausgewachsenen Zustande so viel Reservestoffe und

so reichlich Wasser, daß die Aufnahme von Nahrung aus der Umgebung entbehrlich gemacht ist; erst später, wenn die aus den Einkerbungen hervorgewachsenen Pflänzchen die in dem abgepflückten Blatte aufgespeicherten Stoffe aufgezehrt haben, sind sie darauf angewiesen, sich mit ihren Würzelchen aus der Umgebung Nahrung zu suchen. Wurde das abgepflückte Blatt auf mäßig feuchte Erde gelegt, so dringen die Würzelchen der aus den Einkerbungen entwickelten Pflänzchen in diese ein, und wenn indessen das Gewebe des abgepflückten Blattes ausgesaugt, verwelkt, vertrocknet und zerfallen ist, werden alle die kleinen Pflänzchen selbständig und wachsen zu umfangreichen Stöcken heran. Ähnliche Verhältnisse wie



Knospenbildung an Wedeln und Laubblättern: 1, 2 an den Wedelabschnitten des Asplenium bulbiferum ;— 3 am Rande der Blattabschnitte von Bryophyllum calicinum; — 4 an den Laubblättern von Cardamine pratensis; — 5 am Rande der Laubblätter von Malaxis paludosa. — 6. Zwei Knospen am Rande eines Laubblattes von Malaxis paludosa. — Fig. 1, 3, 4, 5 in natürlicher Größe: Fig. 2: 2fach; Fig. 6: 20fach vergrößert. Vgl. Text, S. 36, 38, 42.

an Bryophyllum calicinum werden auch noch an andern Gewächsen mit dicken, fleischigen Blättern, zumal an den Echeverien, beobachtet. Auch auf den abgepflückten fleischigen Blättern der Rochea falcata kommen bisweilen junge Pflänzchen zum Vorscheine. Es besteht zwar bei diesen der bemerkenswerte Unterschied, daß an den Ursprungsstellen nicht wie an Bryophyllum besondere Zellgruppen schon vorgebildet sind; aber insofern stimmen doch Bryophyllum, Echeveria und Rochea miteinander überein, daß in allen Fällen der Bedarf an Baustoffen für die sich bildenden jungen Pflänzchen durch einige Zeit aus dem vom Stamme abgetrennten fleischigen Blatte bestritten wird, und daß es durchaus nicht notwendig ist, das abgepflückte Blatt mit feuchter Erde in Verbindung zu bringen, damit es aus dieser das nötige Wasser beziehe. Das letztere ist nämlich bei der großen Zahl von Pflanzen der Fall, welche von den Gärtnern durch sogenannte Blattstecklinge vervielfältigt werden.

Diese **Vermehrung durch Blattstecklinge**, obschon seit langem bekannt und insbesondere mit den Blättern der Zitronen- und Orangenbäume sowie mit jenen der Wachsblume (Hoya carnosa), der zu den Myrsineen gehörigen Theophrasta Jussieui, der japanischen Aucuba (Aucuba Japonica), dem prächtigen Clianthus puniceus und noch verschiedenen andern Gewächsen zur Ausführung gebracht, hat doch erst in jüngster Zeit großartige Dimensionen angenommen, nachdem sich herausstellte, daß die schönlaubigen, aus den Tropen Amerikas eingeführten und als Blattpflanzen in Mode gekommenen Begonien und ebenso die in den herrlichsten Blütenfarben prangenden brasilischen Gesneraceen ungemein leicht und in unabsehbarer Menge mittels der Laubblätter vervielfältigt werden können. Man braucht nur ein abgepflücktes Laubblatt mit feuchtem Sande oder feuchter sandiger Erde in Verbindung zu bringen, und siehe da, nach kurzer Zeit sprießen junge Pflänzchen aus diesem Blatte hervor, welche sofort als selbständige Stöcke ausgepflanzt werden können. Was sich hierbei abspielt, soll hier in Kürze geschildert werden.

Die erste Veränderung, welche an dem zum Behufe der Stecklingsbildung vom Stamme abgeschnittenen Blatte beobachtet wird, ist das Vertrocknen der Zellen an der durch das Abschneiden gebildeten Wundfläche. Unter der vertrockneten Zellschicht entsteht ein Korkgewebe, und die vertrocknete tote Schicht wird zu einer Borke. Aus dem lebendig gebliebenen Teile unter der Wundfläche bildet sich nun ein parenchymatisches Gewebe aus, und zwar sind es zuerst die Oberhautzellen zunächst der abgestorbenen Zellschicht, welche diese Gewebebildung einleiten. Sie wachsen in radialer Richtung aus, verlängern sich, fächern sich durch eingeschobene Querwände, und es entsteht dadurch eine gleichmäßige Verdickung am ganzen Umfange der Wundfläche. Etwas später beginnen auch einige von der durchschnittenen, abgestorbenen Zellschicht noch immer bedeckten lebendigen Zellen im Mittelfelde der Wundfläche sich zu teilen, und indem dort das Zellgewebe an Umfang zunimmt, wird die darüberliegende vertrocknete Schicht zerrissen, zerfasert und zerfetzt und von dem vordrängenden wuchernden Gewebe teilweise abgestoßen. Dieses wuchernde Gewebe aber wird **Callus** genannt. Während die Callusbildung fortschreitet, bilden sich an den Berührungspunkten des Blattstecklings mit dem Sande und zwar ganz besonders reichlich längs den vorspringenden Rippen Saugzellen, welche in ihrer Form und Funktion mit den Saugzellen zunächst der wachsenden Wurzelspitze, den sogenannten Wurzelhaaren, vollkommen übereinstimmen. Diese Saugzellen sind für die weitern Entwickelungsvorgänge an den Blattstecklingen von größter Wichtigkeit. Solange das Blatt, welches als Steckling benutzt wurde, noch am Stamme haftete, wurde es von seiten der angrenzenden Gewebe mit der benötigten Menge des durch den Stamm aufsteigenden Wassers versorgt; es wurde nämlich die durch Verdunstung verlorene wässerige Flüssigkeit von den Wurzeln aus der feuchten Erde aufgenommen und dann weiterhin durch den Stamm zu dem betreffenden Blatte hingeleitet. Nachdem aber das Blatt abgeschnitten ist, vermag es keine Stoffe mehr durch Vermittelung des Stammes aus dem Boden zu beziehen, und da seine gewöhnlichen Oberhautzellen nicht befähigt sind, aus der feuchten Erde, welche zur Unterlage des Blattstecklings dient, so viel Wasser aufzunehmen, als durch Verdunstung verloren geht, so ist der Blattsteckling, obschon mit einer feuchten Unterlage in Kontakt stehend, doch der Gefahr des Vertrocknens ausgesetzt. Um dieser Gefahr zu entrinnen und sich vor dem Verderben zu retten, versieht sich nun das als Steckling behandelte Blatt mit Saugzellen. Durch diese wird insbesondere das zur Callusbildung nötige Wasser beigestellt. Wenn auch die zum Aufbaue der Zellen des Callus notwendigen Baustoffe reichlich in den Zellen des Blattes vorhanden sein mögen, so ist damit nicht viel geholfen, diese Baustoffe sollen verflüssigt und zu den Stellen des Verbrauches hingeleitet werden, und hierzu ist eine weit größere Menge von Wasser notwendig, als sich in dem abgeschnittenen Blatte erhalten konnte. Hat der wuchernde Callus

eine gewisse Größe erreicht, so kommen auch zahlreiche Wurzeln zum Vorscheine. Dieselben nehmen gewöhnlich ihren Ursprung aus den Zellen des an ein Gefäßbündel des Blattes angrenzenden Parenchyms, durchbrechen den Callus und wachsen rasch in die Länge. Erst nachdem sich diese Wurzeln gebildet haben, die mit Hilfe ihrer Saugzellen aus der Unterlage reichlich Flüssigkeit aufsaugen, entstehen an der obern, seltener auch auf der untern Seite des Blattstecklings Knospen. Bei den Begonien sind es vorzüglich Zellen der Oberhaut, welche die Ausgangspunkte für die Knospen bilden; bei andern Pflanzen, zumal bei den Gesneraceen, bei den Arten der zu den Pfeffergewächsen gehörenden Gattung Peperomia, ebenso bei Tournefortia, Citrus ꝛc., sind es Zellen des Callus, welche sich fächern und zu Anfängen von Knospen, beziehentlich Sprossen werden. Übrigens kommen auch bei den Begonien ab und zu einzelne Knospen aus dem Callus hervor, was nicht ausschließt, daß bei diesen Pflanzen die Oberhautzellen die bevorzugten Bildungsherde sind. Insbesondere sind Oberhautzellen bevorzugt, welche sich über der Gabelung eines Gefäßbündels in der Blattspreite befinden. Wenn man die Unterseite eines ganzen unversehrten Begonienblattes auf feuchten Sand gelegt hat, so entstehen die Knospen nahe über der Basis der Blattspreite, dort, wo die Stränge strahlenförmig auseinander laufen. Die Gärtner pflegen aber die Begonienblätter häufig auch so zur Vermehrung zu benutzen, daß sie den Blattstiel in feuchten Sand stecken und in der dem Sande platt aufliegenden Spreite zahlreiche Querschnitte durch die größern Stränge anbringen. Sobald das geschehen ist, entstehen dann unmittelbar vor der mit einem Callus überzogenen Schnittstelle über dem Strange, häufig auch noch von dieser Stelle entfernt, entlang dem Verlaufe des durchschnittenen Stranges eine ganze Menge Knospen, beziehentlich neue Pflanzenstöcke. Man kann daraus schließen, daß die Neubildung vorzüglich mit der durch die Stränge vermittelten Zuleitung von Stoffen im Zusammenhange steht. Ohne Zweifel spielen auch noch räumliche Beziehungen zu den aus dem Callus hervorgewachsenen Wurzeln, zu dem Vorrate von Reservestoffen und dergleichen eine wichtige Rolle. Aus allem geht aber hervor, daß unzählige Zellen der Oberhaut des Blattes zu Ausgangspunkten für neue Pflanzenstöcke werden, und daß ebenso aus tiefern Zellen des Callus sich Knospen entwickeln können. Mag nun die Entwickelung einer blattständigen Knospe hier oder dort begonnen haben, immer werden in dem Bildungsherde auch Gefäßbündel hergestellt, welche den Stamm der in Bildung begriffenen Knospe mit den schon früher entstandenen Wurzeln in Verbindung setzen; und es dauert nicht lange, bis vom Stamme auch grüne Laubblätter ausgehen, welche im Lichte assimilieren. Das Stecklingsblatt, auf welchem nun ein kleiner Pflanzenstock aufsitzt, erhält sich in den meisten Fällen noch ziemlich lange frisch und lebendig, endlich aber beginnt es zu vergilben und geht allmählich zu Grunde. Nur der Teil, aus welchem die Knospen und Wurzeln hervorgegangen sind, erhält sich als ein Wulst und bildet bei einigen Arten, so namentlich bei den Begonien, einen dicken, fleischigen Gewebekörper, der fast das Ansehen eines Knollens hat.

Was an diesen Blattstecklingen infolge der Manipulationen der Gärtner geschieht, erfolgt bei einigen Pflanzen mitunter spontan in der freien Natur, und zwar ohne daß das betreffende Blatt sich von dem zugehörigen Stamme früher abgetrennt hätte. Insbesondere sind es Schotengewächse (Cardamine pratensis, Nasturtium officinale, Roripa palustris, Brassica oleracea, Arabis pumila), mohnartige Pflanzen (Chelidonium maius), Seerosen (Nymphaea Guianensis), Gesneraceen (Episcia bicolor, Chirita Sinensis), Utricularieen (Pinguicula Backeri), Aroideen (Atherurus ternatus), Orchideen (Malaxis monophyllos und paludosa), Liliaceen (Fritillaria, Ornithogalum, Allium, Gagea, Hyacinthus) und Amaryllideen (Curculigo), welche an den natürlichen Standorten im Freien ab und zu mit blattständigen Knospen beobachtet werden. In manchen Fällen wachsen die sich in Gestalt kleiner Wärzchen erhebenden Knospen sofort zu kleinen Pflänzchen

heran, wie an dem Wiesenschaumkraute (Cardamine pratensis, s. Abbildung, S. 39, Fig. 4), oder es entstehen zunächst kleine Zwiebelchen, wie an den Laucharten und der Kaiserkrone (Allium und Fritillaria), oder auch Knöllchen, wie an den auf S. 41 genannten Arten der Gattung Malaxis. In dem einen Falle werden Zellen auf dem Mittelfelde der Blattspreite und zwar meistens über der Gabelung der Gefäßbündel zum Ausgangspunkte von Knospen, wie z. B. an dem schon wiederholt genannten Wiesenschaumkraute; in andern Fällen, wie z. B. bei Curculigo, gehen die Knospen aus dem Ende der Mittelrippe hervor. An der auf Moorboden im nordwestlichen Europa heimischen kleinen Orchidee Malaxis paludosa (s. Abbildung, S. 39, Fig. 5) entspringen die kleinen Knospen vorwaltend vom vordern Teile des Mittelfeldes und am Rande der grünen Laubblätter, und es treten dieselben so häufig auf, daß mehrere Botaniker in ihren Beschreibungen aussagen, die Blätter dieser Malaxis seien meistenteils kurz gewimpert. Unter den so mannigfachen blattwüchsigen Knospen gewinnen diese kleinen auf den grünen Laubblättern der genannten Orchidee entstehenden Gebilde auch noch wegen ihrer Form ein hervorragendes Interesse. Jedes der Knöspchen, von welchen zwei in der Abbildung, S. 39, Fig. 6 zur Anschauung gebracht sind, besteht aus einem gelbgrünen Gewebekörper, der den Eindruck eines Kernes macht, und dann einer aus locker gefügten Zellen zusammengesetzten Schicht, welche wie ein Sack den Kern umgibt. An dem freien Ende bilden die Zellen der Hülle eine Art Ring, welcher eine nabelförmige Vertiefung umrandet. Die Ähnlichkeit dieser Knospen mit Orchideensamen, insbesondere mit jenen der Malaxis paludosa, springt bei der flüchtigsten Betrachtung in die Augen, und es wird auch auf dieselbe in einem folgenden Abschnitte noch eingehend die Rede kommen.

Weit seltener als an dem grünen Laube der Mittelblattregion werden Knospen auf Niederblättern und Hochblättern beobachtet. Bisweilen sieht man sie von Zwiebelschuppen entspringen, die man vom Niederblattstamme abgelöst und in feuchten Sand gesteckt hat. Und zwar entstehen sie dann immer an jener Stelle, wo man die Zwiebelschalen verletzt und angeschnitten hat. Diese Erfahrung hat die holländischen Zwiebelzüchter veranlaßt, die Hyazinthen geradezu aus den Zwiebelschalen zu vermehren. Sie zerstören den Zwiebelkuchen durch Ausschneiden, entfernen auch etwa vorhandene Anlagen von Blütenschäften und führen einen Querschnitt durch den untern Teil der Zwiebelschalen. Nicht selten werden die Zwiebelschalen auch der Länge nach teilweise gespalten. Man sollte glauben, daß eine so mißhandelte Zwiebel über kurz oder lang zu Grunde gehen müßte; aber im Gegenteile, an den Rändern der Schnittflächen entstehen an den Zwiebelschalen eine Menge kleiner zwiebelartiger Knospen, und es sind Fälle bekannt, wo von den Schalen einer einzigen Hyazinthenzwiebel auf die geschilderte Art über 100 junge Zwiebeln gewonnen wurden. Am seltensten entstehen Knospen aus dem Gewebe der Hochblätter. Im Innern der Fruchtgehäuse mehrerer Arten von Crinum und Amaryllis wurden wiederholt statt der Samen auf den Fruchtblättern entwickelte kleine Knospen gesehen. Diese saßen auf rundlichen Gewebekörpern, welche von Knöllchen nicht zu unterscheiden waren. Wenn sie auf feuchte Erde gelegt wurden, so entstand aus jedem ein neuer Pflanzenstock. Es darf wohl schon an dieser Stelle auf die später noch zu besprechenden Fälle von Parthenogenesis hingewiesen werden, wo sich aus den im Gehäuse des Fruchtknotens geborgenen Samenanlagen ohne Befruchtung ein keimfähiger Same entwickelt.

Überblickt man nochmals die aufgezählten Einzelfälle der Knospenbildung mit Rücksicht auf ihren Ursprung, so ergibt sich, daß nicht nur Zellen der Wurzeln, sondern auch der verschiedenen Stockwerke des Stammes, desgleichen auch Zellen der Niederblätter, Mittelblätter und Hochblätter zu Ausgangspunkten von Knospen oder, um es mit einem Worte zu sagen, zu Sproßanfängen werden können. Aus dieser Thatsache läßt sich aber der Schluß ziehen, daß die lebendigen, teilungsfähigen Protoplasten in allen Zellen des

Pflanzenstockes, von der Wurzelspitze bis zum obersten Ende des Stammes und von den Niederblättern bis hinauf zu den letzten Hochblättern, die Verjüngung übernehmen können, ohne vorher befruchtet worden zu sein. Unter gewöhnlichen Verhältnissen sind es allerdings nur Protoplasten in den Zellen des Stammes knapp neben jenen Stellen, wo die Laubblätter ausladen, welche zu Sproßanfängen werden, und es erklärt sich die Wahl dieser Punkte am natürlichsten daraus, daß gerade dort die in den Laubblättern zubereiteten oder zeitweilig abgelagerten Baustoffe aus erster Hand verwertet werden können; aber unter außergewöhnlichen Umständen, namentlich infolge ungünstiger klimatischer Verhältnisse, unter dem Einflusse gefährlicher Verletzungen und insbesondere bei nahender Todesgefahr, werden auch Zellen an den verschiedensten andern Teilen des Pflanzenstockes, Zellen, die sonst gewiß nicht diese Rolle übernommen haben würden, zu wichtigen Bildungsherden für neue Stöcke, und es ist erstaunlich, zu sehen, wie nun infolge der Eingriffe von außen eine ganz neue Verteilung der Arbeiten in den Zellen des betreffenden Gewebes Platz greift, wie nun einer der Protoplasten, dem ursprünglich eine ganz andre Rolle zugeteilt war, sich teilt und zum Ausgangspunkte für einen neuen Stock wird, während die Protoplasten in den Nachbarzellen ihm Baustoffe zuführen und von ihm förmlich aufgezehrt werden. Eine ganz andre Ordnung der Dinge und ein ganz andres Zusammenwirken der benachbarten Protoplasten, als unter gewöhnlichen Verhältnissen stattgefunden hätte!

---

2. Fortpflanzung und Vermehrung durch Früchte.

Inhalt: Definition und Einteilung der Früchte. — Befruchtung und Fruchtbildung der Kryptogamen. — Die Fruchtanlage der Phanerogamen. — Die Pollenblätter. — Der Pollen. — Die Schutzmittel des Pollens. — Die Übertragung des Pollens durch den Wind. — Die Übertragung des Pollens durch Tiere. — Anlockung der pollenübertragenden Tiere durch Genußmittel. — Die Blütenfarbe als Lockmittel für Tiere. — Der Blütenduft als Lockmittel für Tiere. — Eröffnung des Zuganges zum Blütengrunde. — Empfang der blütenbesuchenden Tiere an der Pforte der Blüten. — Aufladen des Pollens. — Abladen des Pollens. — Kreuzung. — Autogamie. — Befruchtung und Fruchtbildung der Phanerogamen.

Definition und Einteilung der Früchte.

Dem Ansehen nach besteht zwischen den Protoplasten, welche zu Ausgangspunkten der Ableger werden, und jenen, welche die Anfänge der Früchte bilden, kein Unterschied. Indessen ist aus der Erfahrung bekannt, daß der Protoplast, welcher den Ausgangspunkt eines Ablegers bildet, seine bauende Thätigkeit entfaltet, ohne hierzu eine besondere Anregung und Befähigung durch das Protoplasma einer anderwärts entstandenen zweiten Zelle erfahren zu haben, während für die Entwickelung der Früchte gerade das Bedürfnis nach einer solchen Anregung bezeichnend und entscheidend ist. Ableger können allenthalben an der Pflanze entstehen. Sollte das betreffende Individuum in Lebensgefahr kommen, so können Protoplasten zu Ausgangspunkten für Ableger werden, welche sonst nimmermehr zu dieser Rolle gekommen sein würden. An Wurzeln, Stämmen und Blättern, an laubartigen Vorkeimen und Hyphenfäden, oberirdisch und unterirdisch, über und unter dem Wasser, aus oberflächlichen Zellen eines Gewebekörpers oder aus solchen, welche in der Mitte eines umfangreichen Zellenverbandes liegen, vermag die Pflanze Ableger auszubilden, und es ist kaum zu weit gegangen, wenn man sagt, daß in umfangreichen Zellenvereinen das Protoplasma einer jeden jugendlichen Zelle zum Ausgangspunkte eines Ablegers werden kann.

Soll eine Frucht entstehen, so muß das Ooplasma, d. h. jenes Protoplasma, welches zum Ausgangspunkte einer neuen Generation bestimmt ist, mit dem befruchtenden Protoplasma, welches Spermatoplasma genannt wird, sich verbinden. Die beiden Protoplasten entstehen räumlich getrennt, und wenn sie eine Verbindung eingehen sollen, so muß die räumliche Trennung überwunden werden, es muß wenigstens einer der beiden Protoplasten eine Ortsveränderung ausführen, und es muß diese Ortsveränderung in einer ganz bestimmten Richtung erfolgen. Die Vereinigung von zwei räumlich getrennt entstandenen Protoplasmen, welche das Wesen der Befruchtung ausmacht, hat dann eine Veränderung des Ooplasmas zur Folge, welche entsprechend der Vorstellung, die wir uns von dem feinsten Baue der in Rede stehenden Gebilde machen, als eine Umlagerung, als eine veränderte Gruppierung, als eine neue Anordnung der Moleküle aufgefaßt werden darf. Mitunter tritt diese Umlagerung schon äußerlich und zwar sofort nach der Befruchtung als ein Wechsel in Form und Farbe oder als eine Zunahme des Umfanges deutlich hervor, meistens aber ist an dem befruchteten Ooplasma anfänglich eine Veränderung nicht wahrzunehmen, und es wäre schwierig, sichere Kennzeichen anzugeben, durch welche das befruchtete von dem nicht befruchteten Ooplasma unterschieden werden könnte. Aus der Erfahrung ist aber bekannt, daß das nicht befruchtete Ooplasma in den meisten Fällen abstirbt, ohne sich weiter zu entwickeln, während das befruchtete Ooplasma nach einer kürzern oder längern Ruheperiode ein eigenartiges Wachstum zeigt und zum Ausgangspunkte für ein junges Wesen, für eine neue Generation wird. Das durch die Befruchtung zu solchem eigenartigen Wachstume befähigte Ooplasma ist als Embryo anzusprechen und zwar auch dann, wenn eine äußerlich wahrnehmbare Veränderung in der Gestalt, Größe und Färbung nicht eingetreten sein sollte.

Sowohl das Ooplasma wie das Spermatoplasma werden von der zur Befruchtung sich vorbereitenden Pflanze an bestimmten Stellen in besondern Zellen ausgebildet. Die Zellkammer, in der das Ooplasma ausgebildet und zur Empfängnis vorbereitet wird, und welche den Ausgangspunkt für den Embryo darstellt, soll im folgenden Oogonium (*ᾠόν*, Ei; *γόνος*, Abkunft) genannt werden, jene Zelle, in welcher das Spermatoplasma in die zur Befruchtung geeignete Verfassung und Form gebracht wird, heißt bei den Kryptogamen Antheridium, bei den Phanerogamen Pollenzelle. In einigen Fällen wird das Ooplasma aus dem Oogonium entlassen und außerhalb desselben befruchtet, und es hat dann das Oogonium bei den weitern Entwickelungsvorgängen begreiflicherweise nichts mehr zu bedeuten. In andern Fällen erfolgt dagegen die Befruchtung des Ooplasmas innerhalb des Oogoniums, das Oogonium erhält sich als unmittelbare Hülle des Embryos in mehr oder weniger veränderter Gestalt und wird dann Karpium (*καρπός*, Frucht) genannt. Wieder in andern Fällen unterscheidet man schon in den frühsten Entwickelungsstadien eine besondere, das Oogonium umgebende mehrzellige Hülle, für welche hier zur Vereinfachung der Terminologie die Bezeichnung Amphigonium eingeführt sein mag. Wird das Amphigonium später zur Hülle des Karpiums, so kann dafür die Bezeichnung Amphikarpium gebraucht werden. Bei vielen Pflanzen folgt auf diese Umhüllung des Oogoniums nach außen zu noch eine zweite, welche Perikarpium heißt und später noch ausführlicher zu behandeln sein wird.

Was hat nun aber als Frucht zu gelten? Wollte man sich dem gewöhnlichen Sprachgebrauche anschließen oder die in andern Wissenschaften gebräuchlichen Bezeichnungen als maßgebend ansehen, so würde eine heillose Verwirrung entstehen. Am zweckmäßigsten erscheint es daher, von den Begriffsbestimmungen und Benennungen in andern Disziplinen abzusehen, eine selbständige, unzweideutige Definition der Pflanzenfrucht aufzustellen und diese dann konsequent bei allen Pflanzen in Anwendung zu bringen. Wir betrachten also vom botanischen Standpunkte jedes Gebilde als Frucht, welches das Ergebnis der

Befruchtung und zugleich der Anfang zur Verjüngung und Erneuerung der befruchteten Pflanze ist. An dieser Definition festhaltend, ist auch das außerhalb der Hülle des Oogoniums befruchtete und den Ausgangspunkt für ein neues Individuum bildende Ooplasma als Frucht aufzufassen, und es kann somit Früchte geben, welche nur aus dem Embryo bestehen. Meistens ist aber eine einfache, doppelte oder sogar dreifache Hülle des Ooplasmas ausgebildet. Die Befruchtung erfolgt dann innerhalb dieser Umhüllungen, und der Einfluß des Spermatoplasmas erstreckt sich über das Ooplasma hinaus bald mehr, bald weniger weit auf die Umgebung. In solchem Falle sind dann auch die Hüllen in die Fruchtbildung einbezogen, sie werden zu eigenartigem Wachstume angeregt, gestalten sich zu einem Mantel des Embryos, zu schützender Decke und sicherm Verstecke desselben und wohl auch zu Vorrichtungen, welche die weitere Entwickelung des Embryos, das Auswachsen desselben zu einer neuen Generation begünstigen. Solche Früchte haben mitunter einen sehr verwickelten Bau. Man unterscheidet an demselben die äußere vielgestaltige Hülle und den von eng anliegenden Decken umschlossenen Embryo, welch letzterer Fruchtteil von alters her Same genannt wird. So treten die Früchte als eine Reihe von Gestalten in Erscheinung, deren Grenzglieder zwar gewaltig abweichen, die aber doch durch zahlreiche Mittelformen miteinander verkettet erscheinen. Hier an dem einen Ende der Kette die einzelligen Früchte der winzigen, nur unter dem Mikroskop erkennbaren Desmidiaceen, dort als andres Grenzglied die in Samen und mehrfache Hüllen gegliederten kopfgroßen Früchte der Kokospalme!

Wie schon erwähnt, wird das Spermatoplasma im Bereiche bestimmter Zellen in die zur Befruchtung geeignete Verfassung und Form gebracht. In dieser Hinsicht tritt aber ein sehr auffallender Gegensatz hervor. Bei einem Teile der Pflanzen, zumal jenen, deren Befruchtung unter Wasser erfolgt, formt sich das Spermatoplasma zu winzigen Partikeln, welche meistenteils mit besondern schwingenden Wimpern zum Herumschwimmen im Wasser versehen sind, und welche man Spermatozoiden genannt hat. Diese Spermatozoiden werden aus den Zellkammern, in welchen sie geformt wurden, in das umgebende Wasser entleert, tummeln sich hier kurze Zeit herum, werden wohl auch durch Strömungen, die sich im Wasser geltend machen, fortgetrieben, gelangen dann zu dem Ooplasma, legen sich demselben an und gehen mit ihm eine Verbindung ein, welche am besten mit dem Verschmelzen von zwei auf dem Wasser schwimmenden Öltropfen verglichen werden könnte. Bei einem andern Teile der Pflanzen schlüpft das Spermatoplasma aus der Zelle, in welcher es die zur Befruchtung geeignete Beschaffenheit erhalten hat, nicht aus, sondern diese Zelle verbindet sich mit dem Oogonium, und es wird durch sehr mannigfaltige Vorgänge die Möglichkeit gegeben, daß die zweierlei Protoplasmen innerhalb einer Zellhauthülle verschmelzen können. Ein dritter Teil der Gewächse ist dadurch sehr merkwürdig, daß das Spermatoplasma mit dem Ooplasma überhaupt nicht verschmilzt, und daß nur ein Teil des erstern durch die Zellhäute hindurch auf diosmotischem Wege von dem Ooplasma aufgenommen wird.

Wie schon aus diesen zur vorläufigen Orientierung vorausgeschickten Bemerkungen hervorgeht, sind die Vorgänge bei der Befruchtung sehr reich an Abwechselung, und es ist mit nicht geringen Schwierigkeiten verbunden, dieselben kurz und bündig und doch zugleich wahrheitsgetreu darzustellen, zumal dann, wenn man nicht mehr, als unbedingt nötig ist, die zahllosen in neuerer Zeit geschaffenen Kunstausdrücke in Anwendung bringen will. Wenn nur auf die wichtigsten oben angedeuteten Verhältnisse Rücksicht genommen wird, so ergeben sich zwölf verschiedene Vorgänge der Befruchtung und Fruchtbildung, und es wird die Aufgabe der folgenden Kapitel sein, dieselben in einer Reihenfolge darzustellen, welche mit den einfachsten Fällen beginnt und mit den verwickeltsten abschließt.

Zur Übersichtlichkeit dürfte es auch noch wesentlich beitragen, wenn bei Besprechung dieser Vorgänge an der alten, schon von Linné eingeführten Einteilung in Kryptogamen

und Phanerogamen festgehalten wird. Dem Wortlaute nach sind die Kryptogamen Pflanzen, welche sich im geheimen, die Phanerogamen Gewächse, welche sich sichtbar befruchten. Seit der Vervollkommnung und allgemeinen Anwendung des Mikroskops hat diese Unterscheidung allerdings ihre Bedeutung verloren; wenn aber die Übersetzung etwas anders gefaßt wird, und wenn man unter dem Namen Kryptogamen diejenigen Pflanzen begreift, welche der Blumen im gewöhnlichen Sinne entbehren, und deren Befruchtungsorgane nur unter dem Mikroskop deutlich gesehen werden können, unter dem Namen Phanerogamen dagegen jene Gewächse zusammenfaßt, welche Blumen tragen, und deren ohne Beihilfe des Mikroskops sichtbare Befruchtungsorgane als metamorphosierte Blätter zu gelten haben, so können diese althergebrachten und längst eingebürgerten Bezeichnungen immerhin verwendet werden und zwar um so mehr, als auch ein wichtiger andrer, im Befruchtungsvorgange selbst liegender, bisher aber nicht genugsam gewürdigter Gegensatz mit der Unterscheidung von Kryptogamen und Phanerogamen zusammenhängt, der Unterschied nämlich, daß die Befruchtung der Kryptogamen im Wasser oder in einem das Wasser vertretenden Medium, die Befruchtung der Phanerogamen dagegen fast ausschließlich in der Luft vor sich geht.

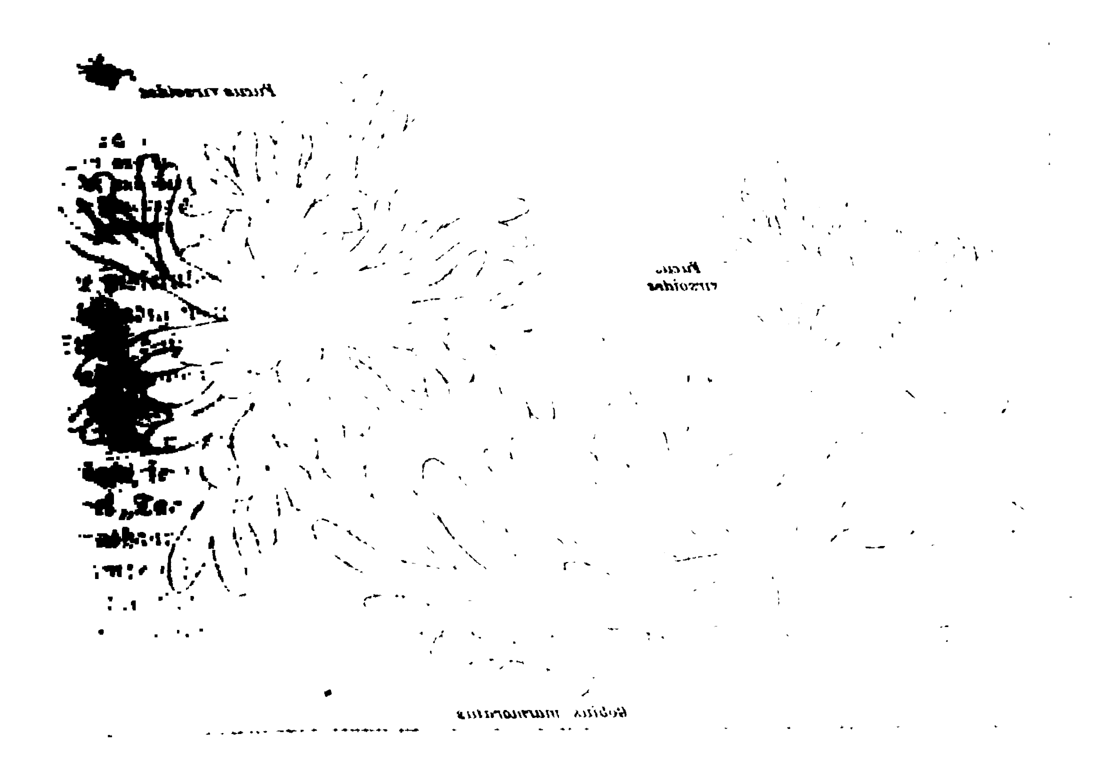
Befruchtung und Fruchtbildung der Kryptogamen.

Wenn in den Gebirgsgegenden des mittlern Europa der Winterschnee abgeschmolzen ist und die trüben Schmelzwasser sich nach und nach geklärt haben, sieht man allenthalben auf den Kieseln im Rinnsale der Bäche und an den Seitenwänden der von geleiteten Quellen durchflossenen Brunnentröge samtartige Überzüge aus kurzen, zarten, dicht zusammengedrängten Fäden, welche durch ihre smaragdgrüne Farbe auffallen und insbesondere dann, wenn ein Sonnenblick das Wasser streift, einen prächtigen Anblick gewähren. Diese grünen Fäden gehören einer Pflanze an, welche den Namen Kraushaar (Ulothrix) führt. Jeder einzelne Faden besteht aus zahlreichen kettenförmig verbundenen Zellen, wie es die Figur 1 in der Abbildung auf S. 47 zur Ansicht bringt. Wenn diese Fäden ausgewachsen sind und die Zeit der Befruchtung gekommen ist, zerstückt sich der protoplasmatische Inhalt der einzelnen Zellen in zahlreiche kugelige grün gefärbte Teile, die aber noch immer einen rundlichen, durch eine farblose Masse zusammengehaltenen Ballen darstellen. In der Wand der betreffenden Zellen entsteht nun eine Öffnung, durch welche der Ballen in das umgebende Wasser ausschlüpft (s. S. 47, Fig. 2 und 3). Hier lösen sich die einzelnen Protoplasmateile, welche den Ballen zusammensetzen, und es zeigt sich, daß jeder Partikel an dem einen Ende zwei schwingende Wimpern trägt, mit deren Hilfe er im Wasser herumzuschwimmen vermag. Wenn sich bei diesen Schwimmübungen zwei aus einer und derselben Zellkammer stammende Protoplasten begegnen, so weichen sie sich gegenseitig aus; kommen dagegen die Protoplasten aus den Zellen verschiedener Fäden zusammen, so weichen sie sich nicht nur nicht aus, sondern stoßen mit ihrem vordern bewimperten Ende zusammen, legen sich seitlich umkippend aneinander und verschmelzen zu einem mit vier Wimpern besetzten Körper (s. S. 47, Fig. 4 und 5). Kurz darauf verschwinden die Wimpern, und der durch Verschmelzung gebildete Körper kommt zur Ruhe. Dieses Verschmelzen ist der denkbar einfachste Fall der Befruchtung im Reiche der Pflanzen. Das Ergebnis der Befruchtung ist die Frucht. Sie besteht bei Ulothrix aus dem durch die geschilderte Verschmelzung gebildeten Protoplasmaklümpchen, das sich nun mit einer derben Zellhaut umgibt und sich an irgend einem feststehenden Körper unter Wasser anheftet (s. Abbildung, S. 47, Fig. 6). Die weitere Entwickelung dieser Frucht interessiert hier nicht; es genügt, zur Erläuterung der Abbildung beizufügen, daß aus der festsitzenden einzelligen Frucht nicht sofort wieder eine bandförmige Zellenreihe hervorgeht, sondern daß sich aus dem Protoplasma derselben zunächst Schwärmsporen entwickeln (s. S. 47, Fig. 7—10),



TANGE IM ADRIATISCHEN MEERE

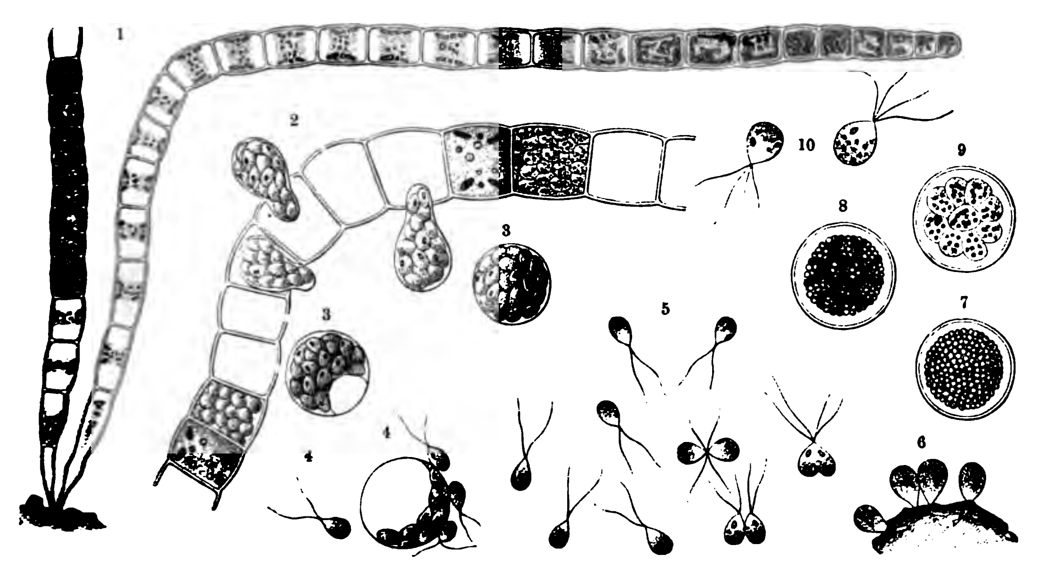
(Nach Aquarell von Fritz von Kerner.)



[Zur Tafel: »*Tange im adriatischen Meere*«.]

welche sich an einem geeigneten Punkte festsetzen, mit Zellhaut umgeben, sich fächern und dann erst zum Ausgangspunkte einer bandförmigen Zellenreihe werden.

Die zum Behufe der Fruchtbildung sich paarenden Protoplasten sind bei Ulothrix und den verwandten andern Gattungen in Gestalt, Größe, Färbung und Bewegung nicht verschieden, und es wäre unmöglich, nach dem äußern Ansehen zu sagen, welcher derselben befruchtend wirkt, und welcher befruchtet wird. Man gebraucht darum für dieselben auch nicht die Ausdrücke Ooplast und Spermatoplast, sondern nennt sie Gameten und kann auch den ganzen geschilderten Vorgang Fruchtbildung durch Paarung der Gameten nennen. Für unsre sinnliche Wahrnehmung ist dieser Vorgang der Befruchtung ein gegenseitiges Durchdringen der beiden Protoplasmen, und es darf vorausgesetzt werden, daß gerade dadurch

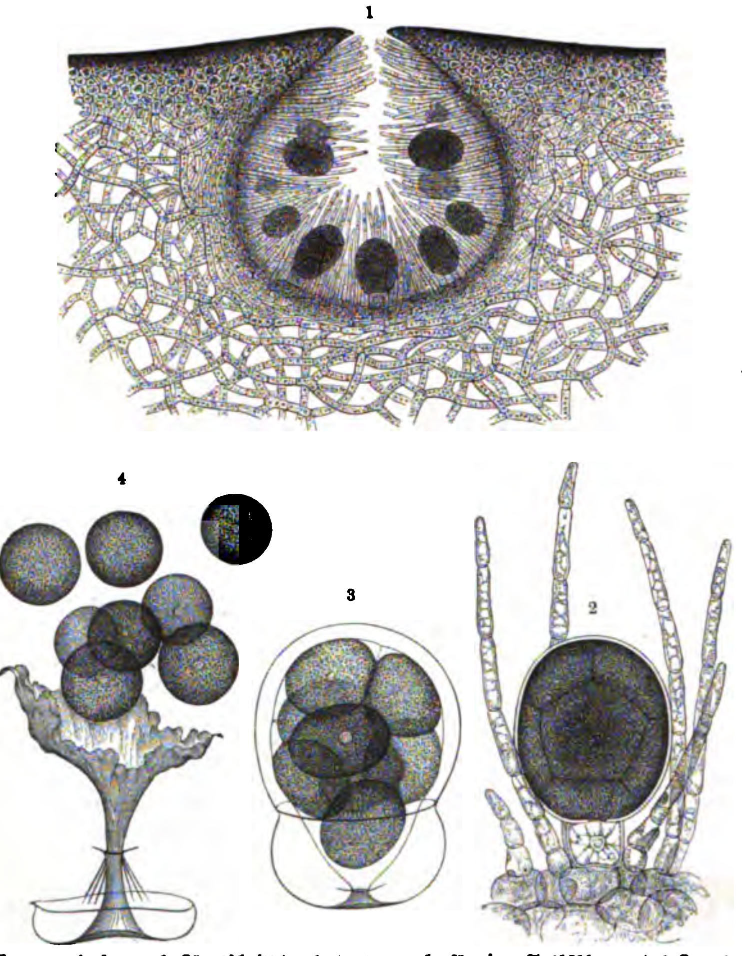


Befruchtung und Fruchtbildung eines Kraushaares: Ulothrix zonata. (Zum Teil nach Dodel-Port.) 1. Zwei Fäden aus kettenförmig verbundenen Zellen. — 2. Ausschlüpfen zusammengeballter Gameten. — 3. Ausgeschlüpfter kugeliger Ballen aus Gameten. — 4. Trennung der Gameten. — 5. Schwimmende und sich paarende Gameten. — 6. Festsitzende und durch Paarung der Gameten entstandene Früchte. — 7—9. Weitere Entwickelung der Früchte. — 10. Zwei aus der Frucht hervorgegangene Schwärmsporen. — Fig. 1: 250fach; Fig. 2—10 beiläufig 400fach vergrößert. Vgl. Text, S. 46.

eine molekulare Umlagerung veranlaßt wird, welche das Produkt der Paarung befähigt, sich selbständig weiterzuentwickeln. Diese Annahme findet insbesondere durch die Thatsache eine Stütze, daß alle von dem ausgeschlüpften Ballen abgelösten Gameten, welche nicht zur Paarung kommen, sich auch nicht weiterentwickeln, sondern im umgebenden Wasser zerfließen und zu Grunde gehen.

Die vorwaltend im Meere wachsenden Tange oder Fucaceen, von welchen der am felsigen, seichten Strande der Adria ungemein häufige Fucus virsoides auf der beigehefteten Tafel „Tange in Quarnero“ nach der Natur abgebildet wurde, stimmen mit dem geschilderten Kraushaar (Ulothrix) insofern überein, als auch bei ihnen die zur Befruchtung bestimmten Protoplasten aus den betreffenden Zellkammern ausschlüpfen, und daß die Befruchtung in einer Verschmelzung freier, von der Mutterpflanze abgeschiedener Protoplasten besteht. Darin aber unterscheiden sich diese Tange sehr auffallend von dem Kraushaar und den mit diesem verwandten Pflanzenformen, daß die Protoplasten von zweierlei Gestalt sind, und daß ein ausgesprochener Gegensatz in der Form und Größe zwischen den Ooplasten und den Spermatoplasten besteht. Das Lager aller Fucus ist derb, lederig, braun gefärbt, laubartig, gabelig zerteilt oder gelappt

und enthält stellenweise luftgefüllte Auftreibungen als Schwimmblasen eingeschaltet. Die freien Enden der Lappen sind punktiert, und jedem Punkte entspricht eine Vertiefung, welche die Gestalt einer runden Grube besitzt (s. untenstehende Abbildung, Fig. 1). Durchschnitte durch solche Aushöhlungen zeigen, daß von der Oberhaut, welche die Grube auskleidet, eine Menge gegliederter, unter dem Namen Paraphysen bekannter Fäden entspringen. Bei dem nebenstehend und auf S. 49 abgebildeten Fucus vesiculosus bleiben diese Fäden in der Aushöhlung geborgen, bei einigen andern Fucus-Arten ragen sie aus der engen Mündung der Aushöhlung wie ein Pinsel hervor. Zwischen den Fäden im Grunde der Aushöhlung sind auch noch andre Gebilde entstanden. Einzelne den Grund der Grube auskleidende Zellen haben sich papillenartig vorgewölbt und durch eine eingeschaltete Querwand in zwei Zellen gefächert, von welchen die eine die Gestalt einer Kugel, die andre die Form eines Stieles dieser Kugel annimmt (s. die nebenstehende Abbildung, Fig. 2). Das Protoplasma in dem kugelförmigen Zellenraum ist dunkelbraun ge-

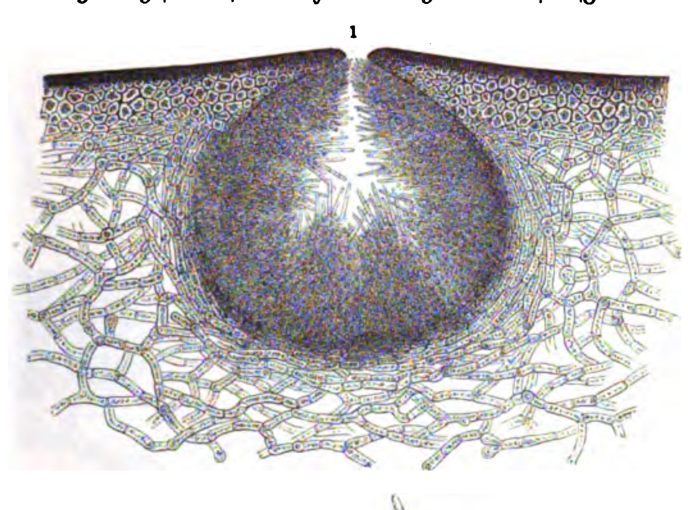


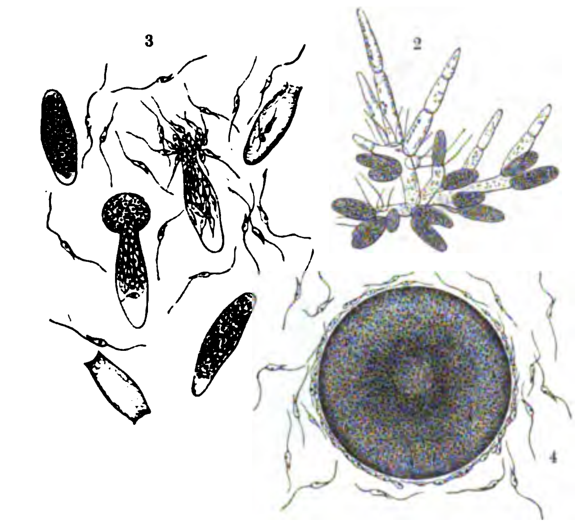
Fucus vesiculosus: 1. Längsschnitt durch eine der grubenförmigen Aushöhlungen des Lagers. — 2. Eine von Paraphysen umgebene Blase aus dem Grunde der Aushöhlung. — 3. Eine abgelöste mit acht Ooplasten erfüllte Blase, deren innere Lamelle sich vorstülpt. — 4. Entbindung der Ooplasten aus der zerklüfteten Blase. — Fig. 1: 50fach; Fig. 2, 3, 4: 160fach vergrößert. (Nach Thuret.)

färbt, furcht und zerstückelt sich in acht Teile, welche sich abrunden und nun die Ooplasten darstellen. Die dicke Wand des kugelförmigen Zellenraumes löst sich in zwei Schichten, von welchen die innere wie eine Blase die acht gerundeten Protoplasmakörper umgibt. Diese mit den Ooplasten vollgepfropfte Blase löst sich nun vollständig los, gleitet zwischen den Paraphysen empor und gelangt nun vor die Mündung der grubenförmigen Aushöhlung. Hier zerklüftet die Blase in zwei Lamellen, die innere stülpt sich vor, zerplatzt, reißt auf, und die acht Ooplasten werden nun frei (s. obenstehende Abbildung, Fig. 3 und 4).

Während sich in den grubenförmigen Aushöhlungen der Lappen an dem einen Individuum des Fucus vesiculosus die Ooplasten ausbilden, entstehen in ähnlichen Aushöhlungen

andrer Individuen (s. untenstehende Abbildung, Fig. 1) die Spermatozoiden. Die Zellen, welche die Auskleidung der Höhlung bilden, erheben sich als Papillen, welche in die Länge wachsen, sich fächern und zu einem verästelten Zellenverbande werden, wie er durch die Figur 2 der untenstehenden Abbildung dargestellt ist. Einzelne Endglieder dieses Zellenverbandes, deren protoplasmatischer Inhalt sich in zahlreiche sehr kleine Partikelchen zerstückelt hat, sind dunkelbraun gefärbt. Diese trennen sich ab und kommen vor die Mündung der Höhlung zu liegen, in der sie gebildet wurden. Das geschieht besonders zu der Zeit, wenn die vorwaltend mit Tangen bewachsene Strandzone trocken gelegt ist und die lappigen Fucus-Pflanzen wie braunes, abgewelktes Laub platt auf den Steinen auflagern. Kommt nun die Flut, und werden dadurch die Tange wieder unter Wasser gesetzt, so platzen die mit Spermatoplasma erfüllten Zellen auf, und die winzigen Spermatozoiden, welche sich aus dem Plasma geformt haben, schwärmen in das umgebende Wasser aus. Jedes Spermatozoid hat ein spitzes und ein stumpfes Ende, zeigt überdies einen sogenannten Augenpunkt und ist mit zwei langen Wimpern versehen, mit deren Hilfe es im Wasser herumschwimmt (s. die nebenstehende Abbildung, Fig. 3). Mit Rücksicht auf ähnliche Vorgänge bei den Moosen ist es sehr wahrscheinlich, daß die vor den Mündungen der grubigen Vertiefungen liegenden, oben beschriebenen Ooplasten irgend welche Verbindungen, mutmaßlich organische Säuren, ausscheiden, welche auf die im Wasser schwärmenden Spermatozoiden eine Anziehung ausüben. Thatsache ist, daß die kleinen Schwärmer, welche in die Nähe der kugeligen Ooplasten kommen, sich an diese anlegen und zwar in so großer Menge, daß die Kugel bisweilen ganz mit Spermatozoiden eingehüllt erscheint (s. obenstehende Abbildung, Fig. 4).

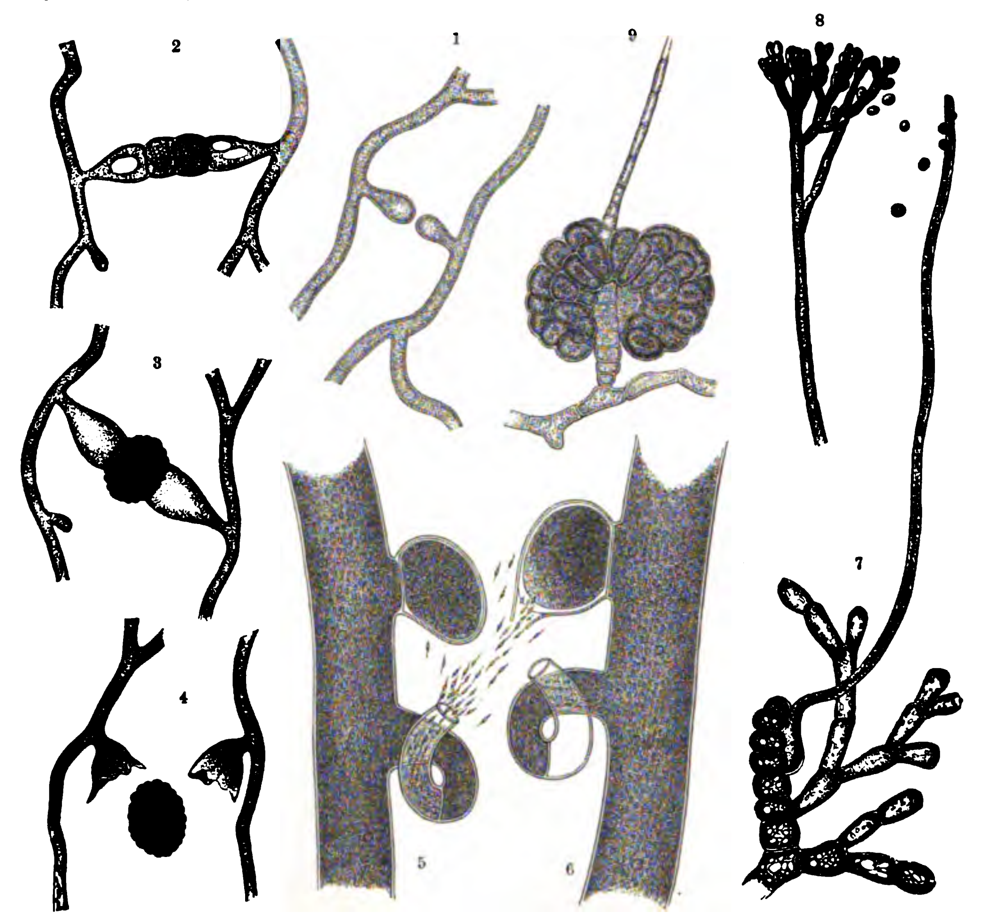




Fucus vesiculosus: 1. Längsschnitt durch eine mit Antheridien erfüllte Aushöhlung des Lagers. — 2. Diesen Aushöhlungen entnommene Antheridien. — 3. Spermatozoiden aus den Antheridien ausschlüpfend. — 4. Kugelförmiger Ooplast mit Spermatozoiden bedeckt. Fig. 1: 50fach; Fig. 2: 160fach; Fig. 3—4: 350fach vergrößert. (Nach Thuret.)

Es wurde auch beobachtet, daß die kugeligen Ooplasten durch die ihnen anhängenden Schwärmer ins Rollen kommen und dadurch von der Stelle, wo sie bisher gelagert hatten,

entfernt werden. Die befruchtende Wirkung, welche die anhängenden und, wie es scheint, mit den Ooplasten verschmelzenden Spermatozoiden ausüben, besteht ohne Zweifel in molekularen Umlagerungen, und das erste, auch äußerlich sichtbare Ergebnis dieser Umlagerungen ist, daß sich der Ooplast mit einer derben Zellhaut umgibt. Was nun vorliegt, ist als Frucht zu bezeichnen und zwar als eine einzellige Frucht, welche längere Zeit unverändert in ruhen-



Befruchtung und Fruchtbildung der Mukorineen, Siphonaceen und Florideen: 1—4. Konjugation und Fruchtbildung der Sporodinia grandis. — 5—6. Vaucheria sessilis. — 7. Fruchtanlage mit Trichogyne von Dudresnaya coccinea. — 8. Antheridien mit den in Abgliederung begriffenen Spermatozoiden von derselben Pflanze. — 9. Frucht derselben Pflanze. — Fig. 1—4: 180fach; Fig. 5—6: 250fach; Fig. 7—8: 400fach; Fig. 9: 250fach vergrößert. (Fig. 7—9 nach Bornet.) Vgl. Text, S. 51, 55 und 57.

dem Zustande verharrt, endlich aber sich regt und streckt, mittels wurzelförmiger Aussackungen an dem Boden fest anwächst, sich fächert und allmählich wieder zu einer neuen Fucus-Pflanze heranwächst.

In den bisher besprochenen beiden Fällen werden die Ooplasten erst befruchtet, nachdem sie aus einer Zelle der Mutterpflanze in das umgebende Wasser ausgeschlüpft sind, und sie entbehren zur Zeit der Befruchtung jeder besondern Hülle. Bei den weiterhin zu besprechenden Gewächsen stehen dagegen die Ooplasten zur Zeit der Befruchtung im Verbande mit der Mutterpflanze. Die Zellhaut, welche den Verband herstellt, ist und bleibt zugleich eine Hülle für das zu befruchtende Protoplasma. Wenn nun aber der befruchtende Protoplast auf ein solches von Zellhaut umschlossenes Protoplasma seine Wirkung ausüben soll,

so kann das auf zweierlei Weise geschehen. Entweder wird ein Stück der Hülle durchbrochen und beseitigt und dadurch dem Spermatoplasma der Zugang zu dem Ooplasma freigemacht, oder es erfolgt die Befruchtung durch die Hülle hindurch auf diosmotischem Wege. Die hauptsächlich aus Zellstoff aufgebaute Zellhaut läßt beides zu, und beides kommt auch in der That bei der Befruchtung vor.

Ein teilweises Auflösen und Hinwegräumen der dem Ooplasten zur Hülle dienenden Zellhaut und die Herstellung einer offenen Bahn, auf welcher der Spermatoplast mit dem Ooplasten sich vereinigen kann, beobachtet man bei jenen Schimmelpilzen, welche unter dem Namen Mukorineen bekannt sind, und ebenso bei jenen unzähligen grünen und braunen kleinen Wasserpflanzen, welche man mit Rücksicht auf ihre eigentümliche Befruchtung Konjugaten genannt hat. Bei ihnen geht der Verschmelzung der zweierlei Protoplasten stets eine Konjugation, eine Verbindung und Verwachsung der diese Protoplasten umgebenden Hüllen, voraus, und es wird dadurch ein besonderer Hohlraum geschaffen, in welchem die Verschmelzung der Protoplasten erfolgen kann. Die Figuren 1—4 in der Abbildung auf S. 50 zeigen diesen Befruchtungsvorgang bei der zu den Mukorineen gehörenden Sporodinia grandis in der einsichtlichsten Weise. Zwei mehr oder weniger parallele schlauchförmige Hyphen sacken sich aus (Fig. 1), und die gegenüberliegenden Aussackungen rücken so lange gegeneinander vor, bis sie mit ihren freien Enden in Berührung kommen und verwachsen. Ist die Verwachsung erfolgt, so wird rechts und links von der Verwachsungsstelle je eine Querwand ausgebildet, und man unterscheidet jetzt an der mit einem Joche (ζυγόν) verglichenen Verbindung beider Hyphen ein mittleres Zellenpaar, welches von den beiden basilären Teilen der Aussackungen getragen wird (s. Abbildung, S. 50, Fig. 2). Die durch Verwachsung entstandene Wand, welche das mittlere Zellenpaar trennt, wird nun aufgelöst, und aus dem Zellenpaare ist nun ein einziger Zellenraum entstanden (Fig. 3), welcher Zygogonium genannt wird. Die beiden in dem Zellenpaare hausenden, bisher getrennten Protoplasten, von welchen einer der Hyphe rechts, der andre der Hyphe links, also zwei verschiedene Individuen, entstammen, verschmelzen hierauf innerhalb des Zygogoniums, und dieses Verschmelzen ist als der Akt der Befruchtung aufzufassen. Die Haut der mittelständigen Zelle, welche das verschmolzene Protoplasma umgibt, verdickt sich, wird bei der hier als Beispiel gewählten Sporodinia grandis warzig, bei dem auf S. 18, Fig. 3 abgebildeten Mucor Mucedo runzelig und rauh und bei andern Mukorineen sogar stachlig und erhält auch eine auffallend dunkle Färbung. Endlich löst sich die mittelständige dunkle Zelle von den basilären Teilen der ursprünglichen Aussackungen, welche sie bisher getragen haben, und ist dadurch frei und selbständig geworden (s. Abbildung, S. 50, Fig. 4). Wie die Kirsche von dem Zweige des Baumes ist sie abgefallen, und so wie jene ist sie auch als Frucht zu bezeichnen, allerdings als Frucht, die nur aus einer einzigen Zelle besteht. Man hat solche Früchte Zygoten genannt, was man durch das Wort Jochfrucht verdeutschen kann.

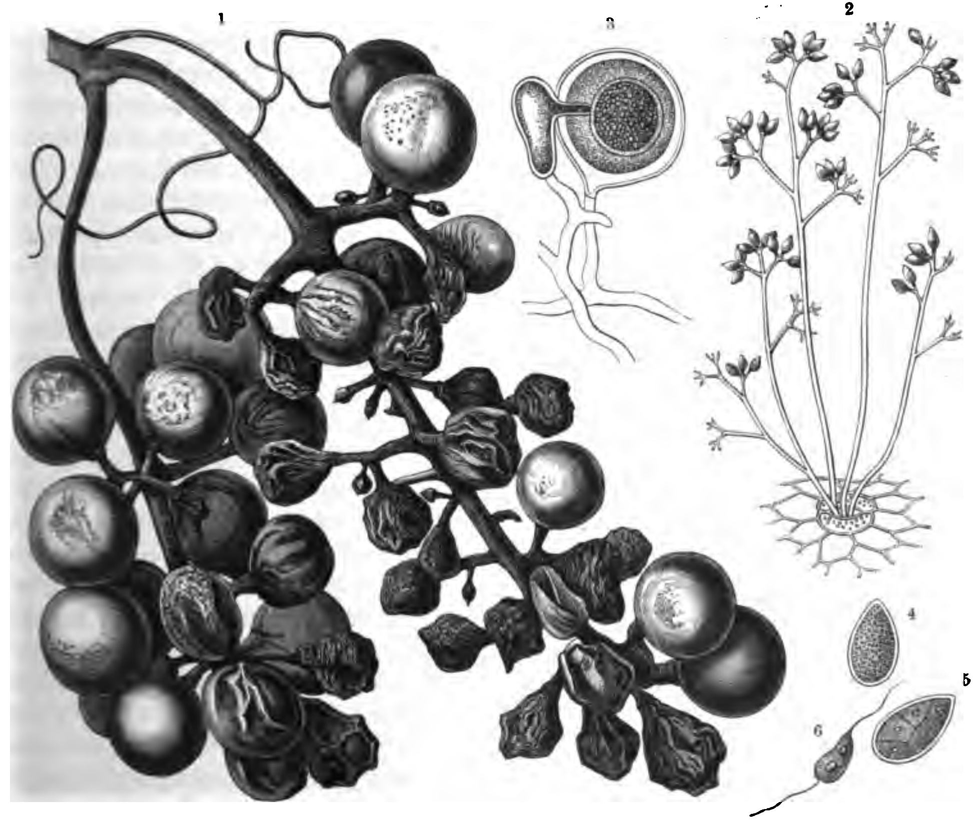
So wenig als von den im Wasser sich paarenden Protoplasten des Kraushaares (Ulothrix) gesagt werden kann, der eine sei der Ooplast, der andre der Spermatoplast, vermag man von den im Zygogonium verschmelzenden beiden Protoplasten der Sporodinia grandis festzustellen, welcher derselben befruchtet wird, und welcher befruchtend wirkt. Theoretisch ist zwar ein Unterschied vorauszusetzen, und es ist wahrscheinlich, daß derselbe in Eigentümlichkeiten des molekularen Aufbaues besteht, aber ein gröberer Unterschied in der Größe, im Umrisse und in der Farbe oder dem Ursprunge nach ist nicht zu erkennen.

Auch bei den Desmidiaceen, von welchen zwei Formen (Closterium und Penium) durch die Figuren i und k auf der Tafel bei S. 22 des I. Bandes dargestellt sind, ebenso bei den nach Hunderten zählenden Arten der Diatomaceen ist ein äußerlich wahrnehmbarer Gegensatz

der bei der Befruchtung verschmelzenden Protoplasten nicht wahrzunehmen. Nur bei den Zygnämaceen könnte, auf räumliche Verhältnisse gestützt, der eine der sich verbindenden Protoplasten als Ooplast, der andre als Spermatoplast angesehen werden. Bei diesen Pflanzen, deren Befruchtung auf der Tafel bei S. 22 des I. Bandes durch die Fig. 1 an der in Gestalt grüner, schleimig anzufühlender Fäden in Tümpeln und Teichen sehr häufig vorkommenden Spirogyra arcta dargestellt ist, entstehen aus einzelnen der reihenweise geordneten Zellen seitliche Aussackungen ähnlich wie aus den schlauchförmigen Zellen der Sporodinia grandis. Wie bei dieser kommen die Aussackungen der gegenüberliegenden Zellen in Berührung, verwachsen miteinander und stellen eine Art Joch her. Meistens entstehen von zwei nebeneinander im Wasser flottierenden Fäden aus zahlreichen gegenüberliegenden Zellen solche Jochverbindungen, welche dann an die Sprossen einer Leiter erinnern (s. Fig. 1 auf der Tafel bei S. 22 des I. Bandes). Die Wand, welche durch Verwachsung der sich berührenden Aussackungen entstanden ist, wird aufgelöst und weggeräumt und so ein die gegenüberliegenden Zellkammern der Spirogyra verbindender Kanal hergestellt. Inzwischen hat sich in jeder dieser Zellkammern das Protoplasma, welches bis dahin von einem schraubig gewundenen, bandförmigen Chlorophyllkörper erfüllt war, umgelagert; es haben sich daselbst rundliche, dunkelgrüne Ballen ausgebildet, welche miteinander verschmelzen sollen. Diese Vereinigung erfolgt nun bei Spirogyra nicht in der Mitte der jochartigen Verbindung wie bei Mucor und Sporodinia, sondern der grün gefärbte Protoplasmaballen der einen Zelle gleitet durch den querlaufenden Kanal in die gegenüberliegende Zellkammer und verschmilzt mit dem dort ruhenden, seine Lage nicht verändernden zweiten Protoplasmaballen. Man könnte nun immerhin den ruhenden Protoplasten als Ooplast, den zu ihm hingleitenden als Spermatoplast bezeichnen; doch muß nochmals ausdrücklich erklärt werden, daß in der Größe, Gestalt und Farbe bei Spirogyra kein Unterschied zwischen den beiden sich vereinigenden Protoplasten nachzuweisen ist. Bemerkenswert ist noch, daß der durch Verschmelzung entstandene Zygot, der nun die Gestalt eines Ellipsoids annimmt, nicht, wie man erwarten könnte, einen Rauminhalt besitzt, gleich dem Rauminhalte der beiden Körper, aus welchen er hervorgegangen, sondern daß er ein auffallend geringeres Volumen zeigt. Es ist daraus am besten zu entnehmen, daß im Momente der Vereinigung beider Protoplasten eine durchgreifende Veränderung im molekularen Aufbaue der ganzen Masse stattfindet. Das Eigentümliche bei der Befruchtung der Konjugaten, für welche hier Sporodinia grandis und Spirogyra arcta als Beispiele gewählt wurden, besteht in der Verbindung zweier getrennter Individuen durch gegeneinander wachsende, zu einem Joche sich verbindende Ausstülpungen gegenüberliegender Zellen, und das war auch der Anlaß, warum man diese Art der Befruchtung Jochbildung oder Konjugation und die betreffenden Pflanzen Konjugaten genannt hat.

Der Konjugation ähnlich, aber von ihr doch in mehreren wesentlichen Dingen abweichend ist die Befruchtung mittels eines von dem Antheridium ausgehenden, die Wand des Oogoniums durchbohrenden Fortsatzes. Dieselbe wurde insbesondere bei jenen verderblichen Schmarotzerpflanzen beobachtet, die man unter dem Namen Peronosporeen begreift, und von welchen die auf dem Weinstocke schmarotzende, in der Abbildung auf S. 53 dargestellte Peronospora viticola eine traurige Berühmtheit erlangt hat, zu welchen auch die mit der Kartoffelfäule in ursächlichem Zusammenhange stehende Peronospora infestans, der den Schotengewächsen verderbliche Cystopus candidus, die Arten der Gattung Pythium ꝛc. gehören. Aus den Sporen dieser Peronosporeen, welche das frische Laub, die grünen Sprosse oder die jungen Früchte der zu Wirten ausgewählten Blütenpflanzen befallen, entwickeln sich sofort schlauchförmige Hyphen, welche in das grüne Gewebe eindringen, die Zellwände durchlöchern, in die Räume zwischen den Zellen

hineinwachsen, sich dort aussacken und verzweigen, verhältnismäßig nur selten durch eingeschaltete Scheidewände gefächert werden, dagegen sehr häufig kleine Saugkolben, sogenannte Haustorien, in das Innere des mit Protoplasma erfüllten Gewebes eindrängen und einsenken (s. die Abbildung, Band I, S. 152, Fig. 1). Diese das grüne Gewebe der Wirtpflanze durchwuchernden schlauchförmigen Hyphen schwellen an einem blindsackförmigen Ende kugelförmig an, und eine eingeschobene Scheidewand bildet die Grenze zwischen der endständigen Kugel und dem seine cylindrische Form beibehaltenden Teile des Schlauches. Die



Befruchtung, Fruchtbildung und Sporenbildung der Peronosporeen: 1. Eine vom Traubenschimmel (Peronospora viticola) befallene Traube. — 2. Sporen auf verzweigten, aus einer Spaltöffnung des Weinlaubes hervorgekommenen Trägern. — 3. Befruchtung der Peronospora viticola. — 4. Einzelne Spore. — 5. Einzelne Spore, deren Inhalt sich in Schwärmer teilt. — 6. Einzelner Schwärmer. — Fig. 1 in natürlicher Größe; Fig. 2: 80fach; Fig. 3—5: 350fach; Fig. 6: 380fach vergrößert. (Fig. 3—6 nach De Bary.) Vgl. Text, S. 20, 52, 54 und in spätern Kapiteln.

kugelförmige Zelle ist das Oogonium, und das ihren Inhalt bildende Protoplasma ist das Ooplasma. Das letztere sondert sich in zwei Teile, in einen mittlern dunklern Ballen und in eine hellere durchscheinende Hüllmasse. An einem zweiten, seltener an demselben Schlauche entstehen die das Spermatoplasma enthaltenden Antheridien als seitliche, kolbenförmige Aussackungen, welche gegen das Oogonium hinwachsen und sich an dasselbe anlegen. Alsbald, nachdem die Berührung des Oogoniums und Antheridiums erfolgt ist, treibt das letztere von der Berührungsstelle aus einen die Wand des Oogoniums durchbohrenden kegelförmigen oder cylindrischen hohlen Fortsatz bis zu dem dunkeln Ballen im Zentrum des Ooplasmas (s. obenstehende Abbildung, Fig. 3). Indessen hat sich in dem Antheridium das Protoplasma in einen Wandbeleg und in das eigentliche Spermatoplasma gesondert, der von ihm entwickelte Fortsatz, den man Befruchtungsschlauch genannt hat, öffnet sich an seiner in das

Innere des Oogoniums eingedrungenen Spitze, das Spermatoplasma quillt durch ihn binnen 1—2 Stunden zu dem Ooplasma hinüber und verschmilzt mit demselben so vollständig, daß man eine Grenze zwischen beiden nicht mehr wahrzunehmen im stande ist. Kurze Zeit nach diesem Vorgange umgibt sich das befruchtete Ooplasma mit einer dicken Zellhaut, die aus mehreren Schichten besteht, die äußere dieser Schichten wird gewöhnlich uneben und warzig und ist bei einigen Arten förmlich mit Stacheln besetzt. Die so gebildete Frucht ist und bleibt einzellig. Sie löst sich aus dem in Zersetzung übergehenden Oogonium, trennt sich also von der Mutterpflanze und hält nun, frei geworden, eine längere Ruheperiode ein. Die aus ihr hervorwachsende neue Generation hat anfänglich die Form eines Schlauches, dieser sackt sich aus, verästelt sich und erhält unvermittelt wieder die Gestalt der Mutterpflanze, oder aber es entstehen aus dem Protoplasma des auswachsenden Schlauches, der als Embryo zu gelten hat, zunächst Schwärmer, welche sich eine Zeitlang herumtreiben, einen geeigneten Platz zur Ansiedelung aufsuchen und dort, zur Ruhe gekommen, die Ausgangspunkte für neue Individuen bilden. In welcher Weise die Peronosporeen neben den Früchten auch Sporen an bäumchenförmig verzweigten, aus den Spaltöffnungen der grünen Wirtpflanzen hervorwachsenden Hyphen ausbilden, ist durch die Figuren 2, 4, 5, 6 in der Abbildung auf S. 53 ersichtlich gemacht und wird bei späterer Gelegenheit nochmals eingehender besprochen werden.

Verschieden von dem zur Befruchtung führenden Vorgange, welcher mit der Ausbildung eines Befruchtungsschlauches, und ebenso von jenem, welcher mit einer Jochbildung beginnt, ist die **Befruchtung der Siphonaceen.** Sämtliche Siphonaceen leben im Wasser oder gedeihen auf feuchter, zeitweilig unter Wasser gesetzter Erde, enthalten Chlorophyll und sind weder Schmarotzer noch Verwesungspflanzen. Als Vorbild für diese vielgestaltige Gruppe von Gewächsen und zur Darstellung der hier in Betracht kommenden Vorgänge mag eine Art der Gattung Vaucheria (vgl. Band I, S. 22 und Figur a auf der Tafel bei S. 22) herausgegriffen werden. Betrachtet man einen grünen Faden der Vaucheria unter dem Mikroskop, so zeigt sich, daß derselbe aus einem einzigen Schlauche besteht, der zwar nicht gefächert, doch mannigfach ausgesackt ist. Die Aussackungen dienen verschiedenen Zwecken, jene an der Basis der Befestigung an die Unterlage, jene an dem freien Ende der Ausbildung von Schwärmsporen und die seitlich aus den Schläuchen entspringenden der Befruchtung und Fruchtbildung. Diese letztern haben zweierlei Gestalt (s. Abbildung, S. 50, Fig. 5 und 6). Die einen sind kurz und dick, eiförmig und meistenteils schief vorgezogen; die andern sind cylindrisch, dünn, gemshornartig gekrümmt, schneckenförmig gewunden und bisweilen auch in mehrere Hörnchen geteilt. Das Protoplasma in diesen Aussackungen sondert sich von dem Protoplasma des Hauptschlauches ab, und in die entstandene Trennungsfurche wird eine Scheidewand aus Zellstoff eingeschaltet. Jede dieser Aussackungen stellt nun einen Zellraum oder, wenn man will, einen Behälter dar, welcher das zur Befruchtung bestimmte Protoplasma umschließt. Die schiefeiförmigen Behälter umschließen Ooplasma und sind die Oogonien, die gewundenen cylindrischen Behälter umschließen Spermatoplasma und sind die Antheridien. Die Entwickelung vollzieht sich ziemlich rasch, sie beginnt gewöhnlich am Abend, und am darauf folgenden Morgen sind die Oogonien und Antheridien bereits vollendet. Im Laufe des Vormittags entsteht nun am Scheitel des Oogoniums eine Öffnung, während sich gleichzeitig das von demselben umschlossene Ooplasma zur Kugel ballt. Das Spermatoplasma in den Antheridien hat sich indessen in zahlreiche längliche, an jedem der beiden Pole mit einer Wimper besetzte Spermatozoiden zerstückt. Nachdem dies geschehen, platzt das freie Ende des Antheridiums, und die winzigen Spermatozoiden werden als ein Schwarm in das umgebende Wasser entlassen. Ein Teil derselben gelangt nun zu einem benachbarten Oogonium, dringt durch den geöffneten Scheitel desselben in das Innere des Behälters ein und verschmilzt dort mit dem zur grünen Kugel zusammengezogenen Ooplasma.

Dabei ist folgende Erscheinung sehr auffallend. Wenn sich, wie das gewöhnlich der Fall ist, von demselben Schlauche knapp nebeneinander Oogonien und Antheridien ausgebildet haben, so findet das Öffnen derselben nur sehr selten gleichzeitig statt, und es ist daher die Befruchtung des Ooplasten durch das Spermatoplasma der Antheridien desselben Schlauches möglichst verhindert, dagegen ist es der gewöhnliche Fall, daß das Spermatoplasma aus dem Antheridium des einen Schlauches zu den Oogonien eines andern Schlauches gelangt und auf diese Weise eine Kreuzung stattfindet (s. Abbildung, S. 50, Fig. 5 und 6).

Sobald die Befruchtung des Ooplasten stattgefunden hat, umgibt sich dieser mit einer derben Zellhaut, die grüne Farbe des Protoplasmas weicht einem schmutzigen Rot oder Braun, und man sieht nun in dem Oogonium die rotbraune einzellige kugelige Frucht eingebettet. Das Oogonium löst sich auf und zerfließt, oder es trennt sich mitsamt der umhüllten Frucht ab. In beiden Fällen entfernt sich das Produkt der Befruchtung von dem Schlauche, an dessen Seite dasselbe ausgebildet wurde, und sinkt in die Tiefe, wo eine verhältnismäßig lange, oft einen ganzen Winter dauernde Ruheperiode eingehalten wird. Wenn später die einzellige Frucht keimt, so wird die äußere Schicht der Zellhaut gesprengt, und es wächst aus dem Risse ein Schlauch hervor, welcher in seiner Gestalt demjenigen gleicht, an dem sich die Frucht ausgebildet hatte.

Bei der Befruchtung der bisher besprochenen Kryptogamen findet jedesmal eine Verschmelzung des Spermatoplasmas mit dem Ooplasma statt. Die zur Vereinigung vorbereiteten Protoplasten verlassen hierbei die Zellenräume, in welchen sie ihre Geschlechtsreife erlangt haben, oder es wird wenigstens aus einer der beiden Geschlechtszellen das Protoplasma entlassen und gelangt dann unbehindert zu dem andern ruhenden, um sich mit demselben in Substanz vereinigen zu können. Zu diesem Zwecke muß früher ein Teil der das betreffende Protoplasma einhüllenden Zellhaut weggeräumt werden; denn nur so ist es möglich, daß jene Vereinigung erfolge, welche so zutreffend Verschmelzen des Protoplasmas genannt wurde. Erfolgt die Befruchtung auf diosmotischem Wege, so ist das Hinwegräumen der Zellhauthüllen nicht notwendig; dagegen ist es in solchen Fällen eine wesentliche Bedingung für das Zustandekommen der Befruchtung, daß die Zellhäute, durch welche hindurch der Austausch von Bestandteilen des Spermatoplasmas und Ooplasmas erfolgen soll, einen für die Diosmose günstigen Bau besitze. In der einfachsten Form wurde die Befruchtung auf diosmotischem Wege an den im Volksmunde unter dem Namen Meltau bekannten Erysipheen, an den mit **Aspergillus** und **Penicillium** verwandten Schimmeln, deren Sporenbildung auf S. 22 geschildert ist, und an mehreren Scheibenpilzen, zumal dem seltsamen, mit Rücksicht auf seinen Schleuderapparat später noch ausführlicher zu behandelnden **Ascobolus**, beobachtet.

Der Meltau auf der Oberfläche grüner Laubblätter erscheint unter dem Mikroskop als ein Mycelium eigentümlicher Art. Die fadenförmigen, farblosen, sich vielfach kreuzenden und verstrickenden Hyphen dringen nicht in die Zwischenräume des Gewebes der Wirtpflanze ein, sondern begnügen sich, kleine Saugkolben in die oberflächlichen Zellen der Blätter und Stengel einzusenken (s. die Abbildung, Band I, S. 152, Fig. 2). Einzelne dieser Hyphenschläuche erheben sich auch von der Unterlage und gliedern perlschnurförmige Reihen von Sporen ab, andre treiben seitliche, kurze Aussackungen empor, in welchen ähnlich wie bei **Vaucheria** Querwände eingeschoben werden, so daß dadurch das Protoplasma in den Aussackungen von dem andern Protoplasma des Schlauches abgegrenzt erscheint. Ein Teil dieser letztern ist eiförmig oder keulenförmig, enthält das Ooplasma und ist als Oogonium anzusprechen, der andre Teil ist cylindrisch, bisweilen hakenförmig gekrümmt, umschließt das Spermatoplasma und bildet das Antheridium. Bei einigen Arten krümmt sich das obere etwas kolbenförmig aufgetriebene Ende der mit Spermatoplasma erfüllten Aussackung, beziehentlich das Antheridium, über den Scheitel des Oogoniums und legt sich diesem dicht

an, ohne aber einen besondern Befruchtungsschlauch in das Innere des Oogoniums zu treiben, bei andern Meltaupilzen dagegen erscheinen beide Zellen, das Oogonium sowohl als das Antheridium, schraubig umeinander gedreht und zugleich dicht aneinander gepreßt. Zweifellos geht nun ein Teil des Spermatoplasmas auf diosmotischem Wege durch die Zellhäute hindurch zu dem Ooplasma über und veranlaßt in diesem eine Veränderung des innern Baues, welche als die Befruchtung zu gelten hat. Das Ooplasma ist dadurch zum Embryo geworden. Die den Embryo umschließende Zelle löst sich weder auf, noch trennt sie sich von dem Hyphenfaden, aus welchem sie hervorgegangen ist, sondern fächert und gliedert sich in eine obere größere und eine untere sehr kurze, stielförmige Zelle, und unterhalb des Stieles entstehen aus dem betreffenden Hyphenfaden neue schlauchförmige Aussackungen, welche sich fächern und endlich eine große vielzellige Hülle um den Embryo bilden.

Die nun fertige Frucht bleibt mit der Hyphe, an welcher sie entstanden ist, in Verbindung, und man sieht sie als winziges Kügelchen derselben aufsitzen. Wenn sich an dem Hyphengespinst sehr viele Früchte gleichzeitig entwickelt haben, wie das namentlich an der auf den Blättern des Hopfens schmarotzenden Sphaerotheca Castagnei der Fall ist, so erscheint der graue über das Laub ausgebreitete Meltau mit Fruchtkügelchen wie besäet. Aus dem Embryo geht nun eine neue Generation hervor. Bei den Arten der Gattung Podosphaera wächst er innerhalb der zelligen Fruchthülle, welche soeben beschrieben wurde, zu einem einzigen Schlauche (Ascus) aus; das Protoplasma in demselben zerstückt sich und gestaltet sich zu echten Sporen, welche den Schlauch verlassen und durch Luftströmungen verbreitet werden, bei Erysiphe dagegen fächert sich der Embryo, gestaltet sich zu einer einfachen oder zu einer verzweigten Zellenreihe, und erst aus diesen Zellen gehen aufrechte, lange, keulenförmige Schläuche hervor, deren Protoplasma sich nach erfolgter Zerstückelung in eine Gruppe von Sporen umwandelt.

Mit der hier geschilderten Befruchtung und Fruchtbildung der Meltaue (Erysipheen) stimmt auch jene des Pinselschimmels (Penicillium) und überhaupt aller jener Schimmelformen, welche unter dem Namen **Aspergilleen** begriffen werden, überein. Auch hier legen sich die das Ooplasma und Spermatoplasma enthaltenden Enden schlauchförmiger Hyphen dicht aneinander; dabei sind sie entweder schraubig gedreht und umeinander gewunden, oder es ist das eine als Antheridium zu deutende Ende hakenförmig gebogen und umklammert das andre, wie es die Figur 6 in der Abbildung auf S. 18 darstellt. Die Befruchtung erfolgt auf diosmotischem Wege. Der Embryo, welcher aus dem schraubig gedrehten Oogonium hervorgeht, erscheint gefächert, ist mehrzellig, entwickelt kolbenförmige oder verkehrt-eiförmige Schläuche, deren Protoplasma sich zerstückelt und zu rundlichen oder ellipsoidischen Ballen formt (s. Abbildung, S. 18, Fig. 7). Dieses Gebilde wird umwallt von einem vielzelligen, lückenlosen Gewebe, welches dadurch entsteht, daß von den Zellen an der Basis Hyphen ausgehen, welche rasch emporwachsen, sich verzweigen, verschränken, vielfach fächern und so zu einer vielzelligen, kugeligen Hülle des Embryos werden. Die so gebildete Frucht hat bei dem Pinselschimmel die Größe von ungefähr einem halben Millimeter.

Die **Florideen**, von welchen im I. Bande auf der Tafel bei S. 547 eine farbenprächtige Gruppe abgebildet erscheint, befruchten sich gleichfalls auf diosmotischem Wege. Der Hergang ist aber dabei ein wesentlich andrer als bei den Meltauen und den unter dem Namen Aspergilleen zusammengefaßten Schimmelbildungen. Es haben auch die zum Zwecke der Befruchtung ausgebildeten Organe bei den Florideen eine ganz andre Gestalt. Was an ihnen am meisten auffällt, ist die sogenannte Trichogyne, eine lange, fadenförmige Zelle, welche sich weit über die Fruchtanlage erhebt. Nach diesem Gebilde soll auch die eigentümliche Befruchtung der Florideen **Befruchtung mittels Trichogyne** genannt werden. Bei

einigen Florideen läuft die Zelle, welche das Ooplasma enthält, direkt in die Trichogyne aus, bei andern dagegen ist die das Ooplasma enthaltende Fruchtanlage gefächert, d. h. sie besteht aus einer Reihe breiter Zellen, die zusammengenommen einen kurzen Ast des gabelförmig verzweigten Lagers bilden, und dieser Zellenreihe ist seitlich jene in einen langen, dünnen, fadenförmigen Schlauch ausgezogene Zelle angeschmiegt, welche den Namen Trichogyne führt (s. Abbildung, S. 50, Fig. 7). Während auf dem einen Individuum derartige Fruchtanlagen entstehen, bilden sich auf einem zweiten die Antheridien aus. Weit seltener kommt es vor, daß ein und dasselbe Individuum Fruchtanlagen und Antheridien nebeneinander ausbildet, und an den wenigen Arten, welche diese Vereinigung zeigen, ist durch eine verzögerte Entwickelung bald der Fruchtanlage, bald der Antheridien eine Selbstbefruchtung so gut wie unmöglich gemacht. Mag das eine oder andre der Fall sein, immer erscheint das Antheridium als ein beschränktes Stück des Lagers, von welchem sich einzelne runde, mit Spermatoplasma erfüllte Zellen abtrennen. Die Fig. 8 in der Abbildung auf S. 50 stellt das Antheridium von Dudresnaya coccinea dar. Ein schlankerer Ast des Lagers endigt mit gabelig gruppierten Zellen, und die äußersten dieser Zellen, welche sich abrunden und ablösen, enthalten das Spermatoplasma und werden als Spermatozoiden angesprochen. Dieselben haben im Gegensatze zu den Spermatozoiden der Vaucheria und jenen der später zu besprechenden Armleuchtergewächse, Moose und Farne keine Wimpern, bewegen sich auch nicht aus eigner Kraft in dem umgebenden Wasser, sondern werden durch die Strömungen, welche an den Standorten der Florideen zu keiner Zeit gänzlich fehlen, in die Umgebung geführt. Durch diese Strömungen im Meerwasser gelangen sie auch zu einer der Trichogynen, welche sich über den Fruchtanlagen erheben, und bleiben an derselben hängen, wie es Fig. 7 in der Abbildung auf S. 50 zur Anschauung bringt. Inwieweit bei dieser Verbindung auch anziehende, von dem Ooplasma ausgehende Kräfte ins Spiel kommen, mag dahingestellt bleiben. Es wäre nicht unmöglich, daß Stoffe, welche von dem Ooplasma in das umgebende Wasser ausgeschieden werden, hierbei eine Rolle spielen. Näheres ist darüber nichts bekannt, nur so viel ist ersichtlich, daß sich die Spermatozoiden weit häufiger an die Trichogynen als an andre benachbarte, in dem gleichen Wasser flottierende Gegenstände anlegen. Aus den kleinen, der Trichogyne anhaftenden runden Zellen geht nun ein Teil des Protoplasmas auf diosmotischem Wege zu dem Protoplasma, welches die hohle Trichogyne erfüllt, über. Die dadurch bewirkte Veränderung des letztern pflanzt sich fort auf das Protoplasma, welches die bauchige Erweiterung an der Basis der Trichogyne erfüllt, und in vielen Fällen noch darüber hinaus auf dasjenige, welches sich in den angrenzenden Zellen befindet. Obschon dieses Fortschreiten der Veränderung im molekularen Baue des Protoplasmas nicht direkt beobachtet werden kann, so ist dasselbe doch aus verschiedenen Gründen vorauszusetzen, und es ist gestattet, sich vorzustellen, daß die in das Ooplasma aufgenommenen Bestandteile des Spermatoplasmas in ähnlicher Weise wirksam sind wie die Enzyme, welche selbst durch Zellwände hindurch auf das Protoplasma der Umgebung erschütternd einwirken und dort Umlagerungen der Moleküle veranlassen (s. Bd. I, S. 433). Daß die durch das Protoplasma an einer beschränkten Stelle der Fruchtanlage veranlaßte Veränderung von Zelle zu Zelle so lange fortschreiten kann, als ein für diese Veränderung überhaupt empfängliches Protoplasma vorhanden ist, geht unter anderm auch daraus hervor, daß nicht die Trichogyne selbst, sondern die bauchige Erweiterung an der Basis derselben und die Zellen, welche an diese Erweiterung angrenzen, eine weitere Entwickelung erfahren. Sie sind es, welche an Umfang zunehmen, während die Trichogyne schrumpft und abstirbt. Die Zellen, welche das durch Vermittelung der Trichogyne befruchtete Protoplasma enthalten, haben nach meiner Ansicht als Frucht zu gelten. Was aus ihnen weiterhin hervorgeht, ist nicht mehr die Frucht, sondern eine neue Generation. Wie in so vielen

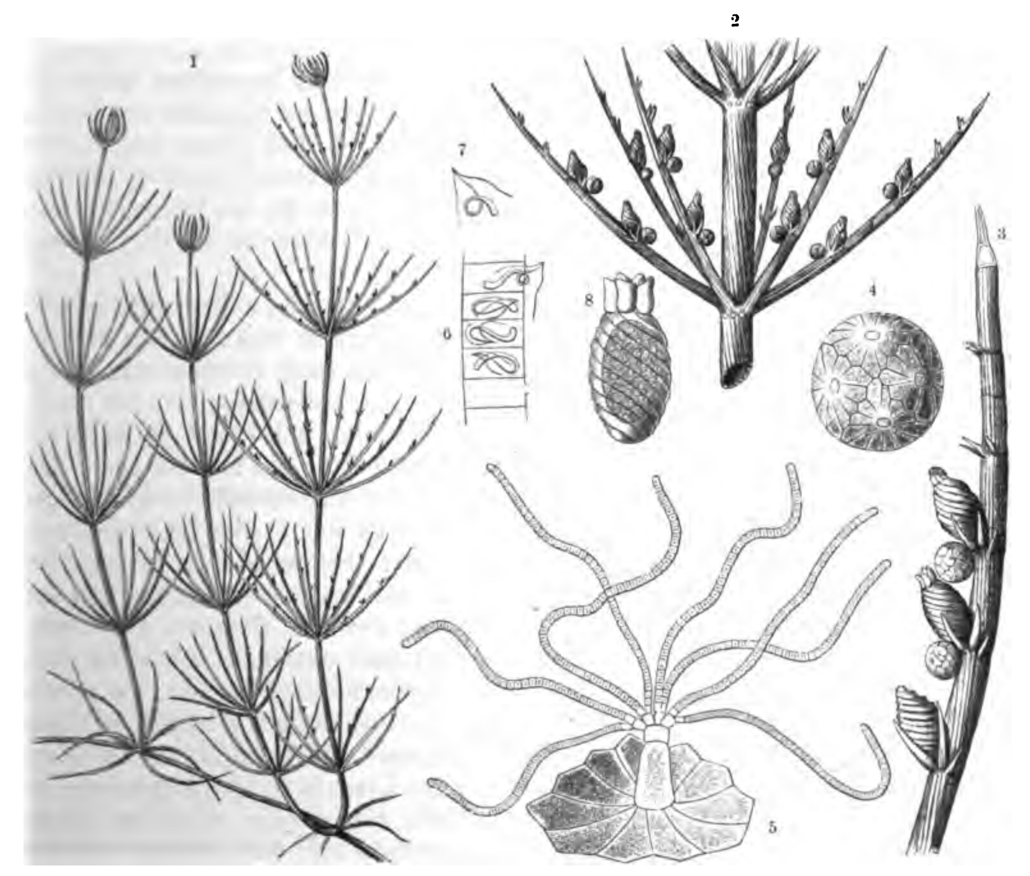
andern Fällen bleibt diese neue Generation bei den Florideen in Verbindung mit dem mütterlichen Boden, weicht aber in ihrer Gestalt von der Generation, an der sie entstanden ist, sehr auffallend ab. Da von derselben schon auf S. 22 die Rede war, so sei hier nur in Kürze erwähnt, daß die Zellen der Frucht nach einer längern oder kürzern Ruheperiode auszusprießen beginnen und ein Haufwerk von Sporen abgliedern, daß überdies bei den meisten Florideen aus den Zellen an der Basis der Frucht Zellenreihen emporwachsen, welche eine kapselartige Hülle um die jungen Sporen bilden.

Die noch weiterhin zu besprechenden Kryptogamen, nämlich die Armleuchtergewächse, die Moose und Gefäßkryptogamen, weichen von den bisher geschilderten dadurch ab, daß bei ihnen das Oogonium schon vor der Befruchtung von einer besondern Hülle umwallt wird, wodurch der Zugang für das Spermatoplasma in eigentümlicher Weise modifiziert erscheint. Diese Hülle, für welche die Bezeichnung Amphigonium gebraucht werden soll, ist der Hauptsache nach bei allen Pflanzen, denen sie zukommt, ähnlich gebaut; in betreff des Eindringens der Spermatozoiden in das Amphigonium und des Verhaltens der aus der Fruchtanlage hervorgehenden Frucht bestehen aber bei den genannten Pflanzengruppen sehr weit gehende Verschiedenheiten. Diesen bis in die letzten Winkelzüge nachzugehen, ist in dem engen Rahmen dieses Buches nicht möglich, und ich muß mich bescheiden, im nachfolgenden nur die auffallendsten Erscheinungen in gedrängtester Kürze übersichtlich zu beschreiben.

Was zunächst die Armleuchtergewächse (Characeen) betrifft, so hat die Fruchtanlage derselben eine ellipsoidische Gestalt und wird von einem sehr kurzen, einzelligen Stiele getragen. Diesem Stiele sitzt die sogenannte Knotenzelle auf, eine kurze scheibenförmige Zelle, welche das Piedestal für das große ellipsoidische Oogonium bildet, und die auch zugleich den Ausgangspunkt für fünf wirtelig gestellte schlauchförmige Zellen bildet, die sich erheben, schraubenförmig um das Oogonium winden und eine zierliche Umhüllung desselben bilden (s. Abbildung, S. 59, Fig. 8). Von den über dem Oogonium zusammenstoßenden Enden dieser Hüllschläuche gliedern sich kleine Zellen ab, welche zusammen ein Deckelchen oder Krönchen der als Amphigonium anzusprechenden Hülle darstellen. Unterhalb dieses Krönchens bilden die halsförmig zusammengezogenen Hüllschläuche einen kleinen Hohlraum, und das ist die Stelle, wo sich zur Zeit der Befruchtung zwischen den im übrigen miteinander verwachsenen Hüllschläuchen Spalten bilden, durch welche die Spermatozoiden in das Innere des Amphigoniums und zu dem dort ausgebildeten ellipsoidischen Oogonium gelangen können.

Wie diese Spermatozoiden entstehen, ist überaus merkwürdig. Als ihre Bildungsstätte erscheinen rote kugelige Gebilde, welche wenig kleiner sind als die Fruchtanlagen und mit diesen gleichen Ursprung haben. Sie entspringen nämlich an den wirteligen Verästelungen und zwar bei einigen Arten zusammen mit den Fruchtanlagen an demselben Individuum (s. Abbildung, S. 59, Fig. 2 und 3), bei andern Arten an verschiedenen Individuen, also getrennt von den Fruchtanlagen, wonach man auch einhäusige und zweihäusige Armleuchtergewächse unterscheidet. Jede rote Kugel wird aus acht nach außen zu schwach gewölbten Platten zusammengesetzt, deren jede die Gestalt eines sphärischen Dreieckes besitzt, strahlenförmig gefaltet und an den Rändern gekerbt ist (s. Abbildung, S. 59, Fig. 4). Die Kerbzähne der zur Kugel verbundenen Platten greifen ineinander, und es wird dadurch eine förmliche Verzahnung hergestellt. Von den Mittelpunkten der schwach konkaven Innenseite erhebt sich an jeder Platte eine cylindrische oder kegelförmige Zelle, auf deren Scheitel wieder eine andre köpfchenförmige Zelle aufsitzt. Von dieser letztern gehen lange Zellenreihen aus, deren unterste Glieder eine kugelförmige oder cylindrische Gestalt besitzen, während die weiter folgenden die Form einer kurzen Scheibe zeigen (s. Abbildung, S. 59, Fig. 5). Das ganze Gebilde ließe sich mit einer Geißel oder Knute vergleichen, und man hat auch die der

Platte aufsitzende Stielzelle Handhabe (Manubrium) genannt. Solange die acht Platten der Kugel zusammenschließen, ragen diese Manubrien gegen den Mittelpunkt der hohlen Kugel vor, und die von dem Manubrium ausgehenden Zellenreihen sind zu einem Knäuel zusammengedreht. Sobald aber die Platten sich trennen und die Kugel zerfällt, löst sich der Knäuel auf, und dann erhalten die Teile jenes Aussehen, wie es durch die Fig. 5 der untenstehenden Abbildung dargestellt ist. Zu dieser Zeit hat sich in jedem scheibenförmigen Gliede



Befruchtung der Armleuchtergewächse (Characeen): 1. Chara fragilis. — 2. Ein Stück dieser Pflanze mit Amphigonien und Antheridien an den Zweigen. — 3. Ein einzelner Zweig mit Amphigonien und Antheridien. — 4. Ein Antheridium. — 5. Ein Teilstück des Antheridiums mit dem Manubrium und den geißelförmig gruppierten Zellen, welche die Spermatozoiden enthalten. — 6. Mehrere Zellen aus einer der geißelförmigen Zellenreihen; die mittlern Zellen enthalten jede ein Spermatozoid, aus der obersten Zelle schlüpft das Spermatozoid aus, die unterste Zelle ist entleert. — 7. Ein einzelnes Spermatozoid. — 8. Amphigonium, welches das Oogonium umschließt. — Fig. 1 in natürlicher Größe; Fig. 2: 10fach; Fig. 3: 15fach; Fig. 4: 35fach; Fig. 5: 100fach; Fig. 6: 300fach; Fig. 7: 500fach; Fig. 8: 50fach vergrößert. Vgl. Text, S. 58—60.

der Zellenreihen das Protoplasma in ein spiralig zusammengedrehtes Spermatozoid ausgestaltet, und man sieht nun auf kurze Zeit in jeder Zelle je ein Spermatozoid eingebettet (s. obenstehende Abbildung, Fig. 6). Alsbald aber öffnen sich diese Zellen, die an dem einen Ende mit zwei langen Wimpern besetzten Spermatozoiden schlüpfen aus und schwimmen in dem umgebenden Wasser wirbelnd herum (s. obenstehende Abbildung, Fig. 7). Die Spermatozoiden gelangen nun durch die früher beschriebenen Spalten unter dem Krönchen in das Innere des Amphigoniums. Hier befindet sich im Mittelraume das Oogonium, d. h. jene große Zelle, welche das Ooplasma enthält, und über ihr noch eine schleimige, gallertartige Masse, welche insbesondere den Hals des Amphigoniums erfüllt. Die Zellhaut des

Oogoniums ist am Scheitel gleichfalls erweicht und wie zerflossen, und diese weichen, gequollenen Schleimmassen bilden für die eingedrungenen Spermatozoiden kein Hindernis der Fortbewegung. Die Spermatozoiden gelangen bis zu dem Ooplasma, und allem Anscheine nach findet nun ein Verschmelzen der zweierlei Protoplasmen statt.

Die infolge der Befruchtung eintretenden Veränderungen der Fruchtanlage geben sich äußerlich zunächst als eine Verfärbung zu erkennen. Die bisher grünen Chlorophyllkörper nehmen ein rötlichgelbes Kolorit an, die schraubig gewundenen Zellen des Amphigoniums werden verdickt und fast schwarz, und das Amphigonium stellt nun eine harte Schale dar, welche als eine äußere Hülle die innere Hülle des zum Embryo gewordenen befruchteten Ooplasmas umgibt. Das ganze Gebilde löst sich hierauf von der Stielzelle ab, sinkt im Wasser unter und bleibt auf dem Grunde des Tümpels oder Teiches längere Zeit, gewöhnlich den ganzen Winter hindurch, unverändert liegen. Erst im darauf folgenden Frühlinge kommt der Embryo zum Keimen, entwickelt zunächst eine Zellenreihe, den sogenannten Vorkeim, und aus einer der Zellen dieses Vorkeimes sproßt dann wieder eine wirtelig verzweigte Armleuchterpflanze hervor (s. Abbildung, S. 59, Fig. 1).

Die Fruchtanlage der Moose zeigt in mehrfacher Hinsicht eine auffallende Ähnlichkeit mit jener der Armleuchtergewächse, wenn sie auch dem Ursprunge nach eine ganz andre ist. Sie nimmt von einer oberflächlichen Zelle der Moospflanze ihren Ausgang und zwar je nach den Arten bald von dem laubförmigen, bald von dem stengelähnlichen Teile des Lagers. Diese Zelle erhebt sich als eine Papille über die Nachbarzellen und fächert sich durch eine Querwand in eine untere Zelle, welche zu einem Piedestal für den aus der obern Zelle hervorgehenden Gewebekörper wird. Dieser letztere erscheint nach wiederholter Einschaltung von Längs- und Querwänden in eine mittlere Zellenreihe und in eine Hülle gegliedert. Unter den mittelständigen Zellen fällt eine der untern in der aufrechten Reihe durch ihre Größe besonders auf; sie enthält das Ooplasma und ist als Oogonium aufzufassen. Die über ihr folgenden mittelständigen Zellen werden Halszellen genannt. Es rührt diese Benennung daher, daß sie die halsförmige Verengerung der Hülle ausfüllen. Die zellige Hülle, welche die mittelständige Zellenreihe umfaßt und das Amphigonium darstellt, hat nämlich eine flaschenförmige Gestalt (s. Abbildung, S. 16, Fig. 10); die untere bauchig erweiterte Hälfte birgt das Oogonium, die obere halsförmige verengerte Hälfte enthält als Ausfüllung die Halszellen, und das ganze Gebilde, welches von den ältern Botanikern Archegonium genannt wurde, ist oben durch einen mehrzelligen Deckel abgeschlossen. Wenn die Zeit der Befruchtung gekommen ist, quellen die Halszellen zu Schleim auf, dieser Schleim wird nach erfolgter Öffnung der Deckelzellen oben teilweise hinausgedrängt, und was davon zurückbleibt, verhindert nicht mehr den Zutritt der Spermatozoiden zu dem Ooplasma im Zentrum der Fruchtanlage.

Die Antheridien entspringen in derselben Weise wie die Fruchtanlage. Eine oberflächliche Zelle des Lagers erhebt sich als Papille, und indem sich ihre ersten Segmente wiederholt kreuz und quer fächern, geht aus ihr ein Gewebekörper hervor, an dem sich ein zarter Stiel und ein verdickter oberer, keulenförmiger oder kugeliger Teil unterscheiden lassen. Der letztere besteht aus einer vielzelligen sackartigen Hülle und einem von dieser Hülle umschlossenen parenchymatischen Füllgewebe. In jeder Zelle dieses Füllgewebes formt sich das Protoplasma zu einem schraubig zusammengedrehten Spermatozoid, und kurz darauf zerfällt das ganze Füllgewebe in die einzelnen Zellen. Nun öffnet sich das Antheridium an seinem Scheitel, und die losen, in einer schleimigen Masse eingebetteten Zellen werden in das umgebende Regen- oder Tauwasser ruckweise ausgestoßen. Hier schlüpfen die Spermatozoiden aus den sie umhüllenden zarten Zellhäuten aus und schwimmen mit Hilfe langer Wimpern, deren jedes zwei besitzt, im Wasser herum (s. die Abbildung, Band I, S. 28,



LAUB- UND LEBERMOOSE.

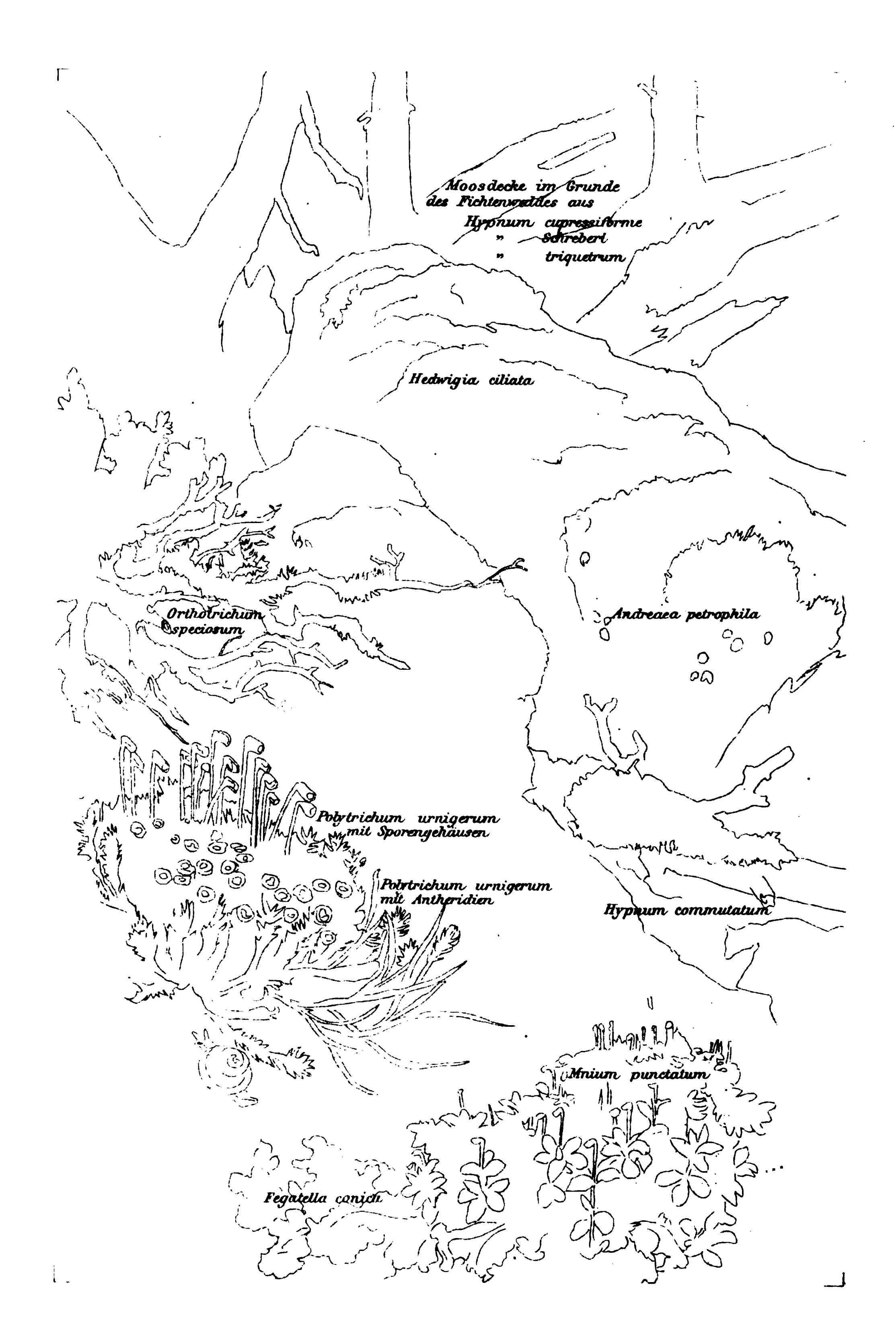

Moosdecke im Grunde
des Fichtenwaldes aus
Hypnum cupressiforme
" Schreberi
" triquetrum
Hedwigia ciliata
Orthotrichum
speciosum
Andreaea petrophila
Polytrichum urnigerum
mit Sporengehäusen
Polytrichum urnigerum
mit Antheridien
Hypnum commutatum
Mnium punctatum
Fegatella conica

Fig. i, k). Sie gelangen durch den geöffneten, nur mit Schleim ausgefüllten Hals in die erweiterte Basis der Fruchtanlage zu dem Oogonium, legen sich diesem an, und es erfolgt nun durch Aufnahme von Bestandteilen des Spermatoplasmas in das Ooplasma die Befruchtung.

Gewöhnlich stehen mehrere Antheridien dicht beisammen. Jenen der Laubmoose sind sogenannte Paraphysen untermengt, Gebilde, welche an Haare erinnern, deren Bedeutung aber bisher noch nicht klargestellt ist. Bei vielen Arten entwickelt das eine Individuum nur Antheridien, das andre nur Amphigonien, bei andern dagegen sind Antheridien und Amphigonien nebeneinander an derselben Moospflanze ausgebildet. Ist das letztere der Fall, so zeigt entweder die Entwickelung des Oogoniums einen Vorsprung vor jener des Antheridiums oder umgekehrt. Entweder ist der Weg zu dem Oogonium durch den Hals des Amphigoniums bereits frei, wenn die nebenstehenden Antheridien noch geschlossen sind, oder es werden die Spermatozoiden aus den Antheridien schon zu einer Zeit entlassen, wenn der Zugang zu dem Oogonium durch die Deckelzellen des Amphigoniums noch abgesperrt ist, eine Einrichtung, durch welche wie in so vielen ähnlichen Fällen die Vereinigung des von demselben Individuum ausgebildeten Ooplasmas und Spermatoplasmas verhindert und eine Kreuzung verschiedener Individuen angestrebt wird.

Bei einigen Lebermoosen erheben sich um die Antheridien und auch um die Amphigonien Ringwälle, und man sieht dann die genannten Gebilde in grubigen Vertiefungen des Lagers eingesenkt, bei andern Lebermoosen werden einzelne Lappen oder Ästchen des Lagers in gestielte Schilder und Scheiben umgewandelt, und an diesen bilden sich in besondern Nischen und Fächern der untern Seite die Antheridien und Amphigonien aus. An jenen Moosen, deren Lager in eine stammähnliche Achse und in blättchenförmige Zellplatten gegliedert ist, entspringen die Antheridien in den Achseln der Blättchen oder am Scheitel der Stämmchen in krugförmigen Aushöhlungen. Bei den Laubmoosen schließen die Hauptachsen oder Nebenachsen mit Gruppen von Antheridien oder Amphigonien ab, und es sind besondere Blättchen als schützende Hüllen und Decken ausgebildet, die man Perichätium genannt hat. Bisweilen machen diese Blättchen den Eindruck von Blumenblättern, wie z. B. bei den Widerthonen (Polytrichum), von welchen eine Art auf der beigehefteten Tafel „Laub- und Lebermoose" im Vordergrunde links abgebildet ist. Bei diesen sind die Antheridien und Amphigonien auf verschiedene Individuen verteilt, die Hüllblättchen am Scheitel jener Stämmchen, welche mit Antheridien abschließen, sind dicht zusammengedrängt, kurz und breit, braunrot gefärbt und ahmen kleine Blumenblätter nach, welche einem scheibenförmigen Blütenboden aufsitzen. Diese Widerthone sind auch das Vorbild für jene Moose, an welchen ein recht auffallender Gegensatz zwischen den die Antheridien und den die Amphigonien stützenden Hüllschuppen beobachtet wird. Die Individuen, an welchen nur Amphigonien entstehen, zeigen nämlich eine ganz andre Gestalt und Gruppierung des Perichätiums als jene, welche nur Antheridien tragen. Es ist das auch an der Abbildung ersichtlich gemacht. Jenen Stämmchen des Widerthons (Polytrichum), welche im Bilde hinter den von blütenförmigen Scheiben abgeschlossenen zu stehen kommen, fehlen die Antheridien, dagegen erheben sich von ihnen schlanke Borsten, welche die büchsenförmigen Sporengehäuse tragen. Diese aber sind aus Amphigonien hervorgegangen, welche zwischen den grünen langen Blättchen am Gipfel der Stämmchen verborgen waren und dort befruchtet wurden.

Wie bereits erwähnt, besteht hinsichtlich der Lage des zu befruchtenden Ooplasmas inmitten des Amphigoniums, ebenso in betreff des Entstehens und der Gestalt der Spermatozoiden, endlich auch in anbetracht des Befruchtungsvorganges zwischen Moosen und Armleuchtergewächsen eine große Übereinstimmung. Von dem Augenblicke der Befruchtung angefangen, ist aber der weitere Entwickelungsgang hier und dort ganz verschieden. Die Früchte der Armleuchtergewächse lösen sich von der mütterlichen Pflanze ab, jene der Moose

bleiben mit ihr in Verbindung, und zwar ist diese Verbindung nicht nur eine mechanische, sondern eine organische. Die aus der Moosfrucht hervorwachsende Generation bezieht die Nahrung, deren sie bedarf, die Stoffe, welche zu ihrem Wachstume und Ausbaue notwendig sind, fort und fort noch von der Mutterpflanze, und sie würde ohne deren Unterstützung zu Grunde gehen müssen. Man kann hier das Wort Unterstützung auch in räumlicher Hinsicht in Anwendung bringen; denn die Mutterpflanze ist thatsächlich auch die Trägerin, sie ist die Stütze der neuen Generation, welche aus dem zum Embryo gewordenen befruchteten Ooplasma hervorgeht, und sie ließe sich mit einem Baume vergleichen, auf dessen Ästen Misteln emporwachsen. Bei den Armleuchtergewächsen sind die einzelnen Stufen der Entwickelung immer scharf geschieden. Insbesondere ist auch durch das Abfallen der Frucht von der Mutterpflanze das Stadium der Reife gekennzeichnet. Nicht so bei den Moosen. Da hier eine räumliche Trennung nicht stattfindet, ist es auch schwierig, eine zeitliche Grenze festzustellen und zu sagen, wann die Reife der Frucht eingetreten ist, um so schwieriger, als auch durch Veränderungen der Gestalt und Farbe keine genügenden Anhaltspunkte gegeben werden. Am richtigsten ist es wohl, die Fruchtbildung als vollzogen anzusehen, sobald die Befruchtung stattgefunden hat; das Ooplasma ist von diesem Zeitpunkte an als Embryo und seine Hüllen sind als Fruchthüllen aufzufassen. Es spricht für diese Auffassung auch der Umstand, daß nach der Vereinigung des Ooplasmas mit dem Spermatoplasma eine Zeit der Ruhe, eine Pause in der Entwickelung eintritt, während vor- und nachher die äußerlich wahrnehmbaren Veränderungen in rascher Aufeinanderfolge sich vollziehen. Welches die nachträglichen Veränderungen sind, wurde schon bei früherer Gelegenheit geschildert (s. S. 15), und es mag hier nur noch kurz wiederholt werden, daß die aus der Moosfrucht hervorwachsende Generation Sporen entwickelt und abstirbt, nachdem die Sporen ausgestreut wurden.

Die Farne, Schachtelhalme, Wasserfarne und Bärlappe, welche im Hinblicke auf die in ihren Stammbildungen und Phyllokladien auftretenden Gefäßbündel unter dem Namen **Gefäßkryptogamen** zusammengefaßt werden, zeigen Fruchtanlagen und Antheridien, welche mit jenen der Moose die größte Ähnlichkeit haben. Auch die erste Generation dieser Gefäßkryptogamen, an welcher sich die Antheridien und die Fruchtanlagen ausbilden, stimmt in nicht zu verkennender Weise mit der ersten Generation gewisser Lebermoose überein.

Bei den **Farnen**, welche die umfangreichste Abteilung der Gefäßkryptogamen bilden und auch als deren Vorbild hingestellt werden können, erscheint die erste Generation als ein grünes, flächenförmig ausgebreitetes blattartiges Gebilde, das dem Nährboden dicht aufgelagert ist und meistenteils eine nierenförmige oder herzförmige Gestalt besitzt (s. Abbildung, S. 12, Fig. 16). Da das Gewebe dieser ersten Generation nirgends Gefäßbündel enthält, so ist dasselbe als Lager oder Thallus anzusprechen, und es wurde diese erste Generation seiner Zeit Prothallium genannt. Die Fruchtanlagen sowohl als auch die Antheridien trägt das Farnprothallium an seiner untern, dem Nährboden zusehenden und an diesem mit vielen zarten haarförmigen Saugzellen angewachsenen Seite. Bei einem Teile der Farne sind sie getrennt, so zwar, daß das eine Prothallium nur Fruchtanlagen, das andre nur Antheridien ausbildet, bei einem zweiten Teile dagegen findet man sie gemeinsam an einem und demselben Prothallium. Ist das letztere der Fall, so stehen die Fruchtanlagen in der Nähe des Ausschnittes und die Antheridien nahe jener Stelle des Prothalliums, welche dem Ausschnitte gegenüberliegt. Jede Fruchtanlage läßt sich in ihrer Gestalt mit einer Flasche vergleichen und geht aus einer oberflächlich gelegenen, sich nur wenig vorwölbenden Zelle des Prothalliums hervor. Diese fächert sich durch Einschiebung von zwei Scheidewänden zunächst in drei Zellen, deren jede neuerdings nach bestimmten Richtungen gefächert wird. Aus der obern Zelle geht ein Gewebe hervor, welches den Hals der flaschenförmigen Fruchtanlage bildet; aus der mittlern Zelle entstehen drei Zellen, von welchen die beiden

obern den Halskanal ausfüllen, während die untere zu dem verhältnismäßig großen, sich später abrundenden Oogonium wird. Die aus der untern Zelle hervorgegangenen Tochterzellen stellen eine Umwallung des Oogoniums dar und bilden, wenn an dem Vergleiche mit einer Flasche festgehalten wird, die Wand des bauchig erweiterten Flaschenteiles. Das Oogonium, dessen Protoplasma zum Ooplasma geworden ist, erscheint nun von einem mehrzelligen Gewebe umgeben, welches, wie bei den Armleuchtergewächsen und Moosen, Amphigonium genannt werden kann. Dasselbe ragt nur mit seinem halsförmigen Teile über das angrenzende andre Gewebe des Prothalliums hervor, der bauchig erweiterte Teil ist gleichsam im Prothallium eingesenkt.

Auch die Antheridien entwickeln sich aus Zellen an der Oberfläche des Prothalliums. Zunächst erheben sich diese Zellen als Papillen über die Umgebung, und nachdem durch Einschaltung von Scheidewänden eine Fächerung stattgefunden hat, erweitert und vergrößert sich das äußerste Fach, nimmt die Gestalt einer Kugel an, und es formen sich aus dem Protoplasma in demselben die schraubig gewundenen Spermatozoiden. Oder es entsteht ein warzenförmig oder halbkugelig vorspringender Gewebekörper, an welchem man einen Gegensatz zwischen zentralen, chlorophyllosen und umhüllenden, chlorophyllführenden Zellen nicht verkennen kann. In einer der geräumigen zentralen Zellen bildet sich ein Füllgewebe aus, dessen kleine Zellen Spermatoplasma enthalten. Nachdem in jeder dieser kleinen Zellen ein Spermatozoid entstanden ist, zerfällt das ganze Füllgewebe, d. h. es sondern sich die einzelnen Zellen desselben und liegen kurze Zeit hindurch lose nebeneinander. Endlich öffnet sich das Antheridium an seinem Scheitel, die losen Zellen werden in das umgebende Regen- oder Tauwasser entleert, und aus jeder derselben schlüpft ein schraubig gedrehtes, an seiner vordern Hälfte mit struppig abstehenden Wimpern besetztes Spermatozoid heraus (s. die Abbildung, Band I, S. 28, Fig. 1). Die im Wasser wirbelnden Spermatozoiden steuern augenscheinlich auf ein Amphigonium zu. In diesen sind inzwischen die Halszellen teilweise verschleimt; etwas Schleim wurde in das umgebende Wasser ausgestoßen, und bei dieser Gelegenheit scheinen sich organische Säuren in der Sphäre des Amphigoniums gebildet zu haben, welche auf die Spermatozoiden anziehend wirken. Thatsache ist, daß sich die Spermatozoiden in dieser schleimigen Masse anhäufen und auch noch durch den in dem Kanale des Amphigoniumhalses zurückgebliebenen Schleim eindringen. Sie gelangen so bis zu dem in der Tiefe der Fruchtanlage im Oogonium geborgenen Ooplasma. Da man wiederholt gesehen hat, daß Spermatozoiden in das Ooplasma eindringen und dort verschwinden, so ist anzunehmen, daß die zarte Hülle des Oogoniums von dem Spermatozoid durchdrungen wird, und daß hierauf eine Verschmelzung der zweierlei Protoplasmen stattfindet.

Das befruchtete Ooplasma sondert sich nun in mehrere Ballen, zwischen welche Scheidewände eingeschoben werden, und es entsteht so ein mehrzelliger Embryo, welcher im unveränderten Amphigonium eingebettet bleibt. Dieses Gebilde, obschon von der Fruchtanlage wenig abweichend, ist als Frucht zu bezeichnen. Nach einer kurzen Ruheperiode keimt der Embryo, und die neue Generation, welche jetzt in Erscheinung tritt, indem aus den Zellen des Embryos Stamm, Wurzel und Wedel hervorgehen, erhält noch kurze Zeit hindurch ihre Nährstoffe durch Vermittelung des mütterlichen Prothalliums. Wenn endlich die neue Generation hinlänglich erstarkt ist, wenn sie die Nährstoffe aus der umgebenden Luft und dem umgebenden Boden unmittelbar aufzunehmen und dieselben in Baustoffe umzuwandeln vermag, ist die Mithilfe des Prothalliums überflüssig geworden; dasselbe welkt und ist zur Zeit, wenn einmal die sporenbildenden Wedel zur Entwickelung kommen, spurlos verschwunden.

Die Schachtelhalme (Equisetaceen) stimmen, was die Gestalt des Prothalliums, der Antheridien und der Fruchtanlagen betrifft, mit den als Vorbild für die Gefäßkryptogamen soeben geschilderten Farnen im großen und ganzen überein. Das aus der Spore

hervorgegangene Prothallium ist anfänglich dünn und bandartig, wird später vielfach gelappt und erinnert in seiner Gestalt an das Lager gewisser Lebermoose, manchmal auch an ein kleines krauses Laubblatt. Bei den meisten Arten entwickeln sich Antheridien und Fruchtanlagen auf verschiedenen Prothallien. Wo das nicht der Fall ist, wird die Befruchtung des Ooplasmas durch das von demselben Individuum stammende Spermatoplasma durch ungleichzeitige Entwickelung der betreffenden Organe unmöglich gemacht. Die Prothallien, an welchen Antheridien entstehen, sind immer viel kleiner als jene, an welchen sich Fruchtanlagen ausbilden. Die Antheridien entstehen aus Oberflächenzellen am Ende oder am Rande des lappigen Prothalliums, die Fruchtanlagen dagegen aus Oberflächenzellen in den Ausbuchtungen der Lappen (s. Abbildung, S. 15, Fig. 8). Die Spermatozoiden sind an dem einen Ende spatelförmig verbreitert und tragen am andern verschmälerten Ende eine förmliche Mähne aus ungemein feinen Wimpern.

Erheblicher sind die Merkmale, durch welche sich von den Farnen die sogenannten Wasserfarne und Bärlappe, zumal die in ihrer Entwickelung sehr sorgfältig studierten Gattungen Salvinia, Marsilia und Selaginella, unterscheiden. Jene Prothallien, an welchen die Antheridien, und jene, an welchen die Fruchtanlagen entstehen, sind bei den zuletzt genannten Gattungen schon in der Größe auffallend verschieden. Für beide sind zwar Sporen die Ausgangspunkte, aber auch diese weichen bereits in den Abmessungen ab und werden als Kleinsporen (Mikrosporen) und Großsporen (Makrosporen) unterschieden. Die Kleinsporen sind die Bildungsstätten für die Antheridien, die Großsporen für die Fruchtanlagen. Das Protoplasma in den erstern sondert sich in einige Ballen, es schieben sich Scheidewände ein, und so entsteht ein armzelliger Gewebekörper, welcher zum größten Teile im Innenraume der betreffenden Spore verborgen bleibt. Nur einzelne oberflächliche Zellen dieses Gewebekörpers drängen aus den Rissen der stellenweise geborstenen Sporenhaut hervor, und diese sind es, welche als Antheridien zu gelten haben. In der Scheitelzelle des Antheridiums entsteht ein Füllgewebe und in jeder Zelle des Füllgewebes ein schraubig gedrehtes Spermatozoid. Das Öffnen des Antheridiums und das Ausschlüpfen der Spermatozoiden erfolgt dann in derselben Weise wie bei den Farnen. Das Prothallium, welches in den Großsporen entsteht und zur Bildungsstätte der Fruchtanlagen wird, ist zwar reichzelliger und umfangreicher als das eben geschilderte, verläßt aber ebensowenig wie dieses den Innenraum der Großspore, sondern drängt sich nur an einer Stelle, wo die äußere derbe Haut der Großspore aufgerissen ist, ein wenig hervor. Es hat sich eigentlich hier ein zweifaches Gewebe im Bereiche einer jeden Großspore herausgebildet, nämlich das eben erwähnte zwischen den aufgerissenen Lappen der äußern Sporenhaut und ein im Grunde der Großspore gelagertes Reservestoffgewebe, das sehr reich ist an Stärke und Fett, und welches als Nahrungsspeicher für das Prothallium dient, wenigstens auf so lange, als dieses die Nahrung aus der Umgebung sich nicht selbst zu verschaffen im stande ist. Die Fruchtanlagen erscheinen an dem hervorgedrängten Teile des Prothalliums und sind ganz in dessen Gewebe eingesenkt. Die Entwickelung der Fruchtanlage, die Bildung der später verschleimenden Halszellen, das Eindringen der Spermatozoiden und der Akt der Befruchtung ist im wesentlichen nicht anders als bei den Farnen, und es kann daher auf eine ausführliche Schilderung dieser Vorgänge hier verzichtet werden.

Das bei den Wasserfarnen und Selaginellen aus einer Großspore hervorgehende Gewebe hat man mit der Samenanlage, wie sie bei den im nächsten Kapitel zu besprechenden Phanerogamen vorkommt, verglichen, und man hat gewisse thatsächlich vorhandene Analogien, welche hier und dort das zum Embryo gewordene Ooplasma, die Vorratskammer an Nahrungsstoffen und die schützende Hülle zeigen, hervorgehoben. Mit Rücksicht auf das gleiche Ziel, welches durch diese Gebilde in den verschiedensten Abteilungen des Pflanzenreiches

angestrebt ist, sind solche Analogien eigentlich selbstverständlich, und wenn von den Naturforschern nichts weiter beabsichtigt wird als der Nachweis, daß Organe, welchen dieselben Funktionen zukommen, trotz der größten Mannigfaltigkeit in der Gestalt doch immer wieder eine gewisse Ähnlichkeit durchblicken lassen, und daß diese Ähnlichkeit unter gleichen äußern Lebensbedingungen in auffallender Weise zunimmt, so ist dagegen nichts einzuwenden. Wenn sich aber an die größere oder geringere Ähnlichkeit weitgehende Spekulationen knüpfen, wenn auf dieselbe Hypothesen über das Hervorgehen einer Pflanzengruppe aus der andern, insbesondere Hypothesen über die Abstammung der Phanerogamen von den Kryptogamen und dergleichen mehr, begründet werden sollen, so muß dem von seiten der Naturforschung mit allem Nachdrucke entgegengetreten werden.

Die Fruchtanlage der Phanerogamen.

Vielfältige Erfahrung hat gelehrt, daß die Fortpflanzung der Gewächse durch die Bildung von Ablegern weit mehr gesichert ist als durch die Befruchtung und Fruchtbildung. Wie das kommt, dürfte auf folgende Weise zu erklären sein. Soll eine Frucht entstehen, so müssen zwei an verschiedenen Punkten entstandene Protoplasten sich vereinigen. Eine solche Vereinigung setzt aber voraus, daß wenigstens einer der beiden Protoplasten eine Ortsveränderung vollführt, sie setzt auch voraus, daß dem Spermatoplasma der Weg zu der Fruchtanlage nicht versperrt ist, ja daß Einrichtungen getroffen seien, welche das Zustandekommen der Verbindung erleichtern, fördern und herbeiführen. Diese Bedingungen und Voraussetzungen sind aber nicht immer leicht zu erfüllen. Was kann da nicht alles hemmend in die Quere kommen! Widrige Winde, abweichende Wasserströmungen, langdauernde Dürre, anhaltender Regen, hoher Wasserstand und noch so manche andre unberechenbare Zwischenfälle können das Zusammentreffen der zweierlei zur Befruchtung vorbereiteten Protoplasten vereiteln. Thatsächlich bleibt auch infolge solcher Hemmnisse die Befruchtung nicht selten aus, und die Folge ist, daß die Fruchtanlage verkümmert, daß die Bildung des Embryos unterbleibt, und daß die betreffende Pflanze, wenn sie sich noch erhalten und verjüngen will, schleunigst zur Ablegerbildung schreiten muß.

Daß das Fehlschlagen der Früchte nicht noch viel öfter stattfindet, hat seinen Grund darin, daß den unvermeidlichen, durch den Standort gegebenen Schwierigkeiten und den möglicherweise eintretenden störenden äußern Einflüssen durch die Lage des Ooplasmas und die Gestalt der ganzen Fruchtanlage in wunderbarer Weise Rechnung getragen ist, oder, mit andern Worten, daß die Form der zur Fruchterzeugung dienenden Organe dem Standorte der betreffenden Pflanzen bestens angepaßt erscheint.

Verhältnismäßig am geringsten sind natürlich die Schwierigkeiten, welche sich der Vereinigung der beiden zur Befruchtung bestimmten Protoplasten unter Wasser entgegenstellen. Die in Frage kommenden Zellen bedürfen daselbst keines besondern Schutzes; die Flüssigkeit, welche die Pflanzen umgibt, sie in der passendsten Lage erhält, die Nährstoffe liefert und die Zellen gegen Austrocknung schützt, ist zugleich Bahn und Verkehrsmittel für die sich verbindenden Protoplasten. Das erklärt auch am besten, warum die Pflanzen, welche sich unter Wasser oder in einem das Wasser vertretenden Medium befruchten, der besondern Hüllen des Spermato- und Ooplasmas entweder ganz entbehren, oder sich doch auf eine sehr einfache Hülle beschränken. Mehrfache Hüllen wären hier wertlos, vielleicht sogar nachteilig, jedenfalls überflüssig. Es liegt aber nicht in der Ökonomie der Pflanze, etwas Überflüssiges auszubilden. Die Wasserpflanzen haben ja auch keine holzigen Stämme und Zweige. Warum? Weil sie dieser Gewebe nicht bedürfen, weil das umgebende Wasser sie in der

wünschenswerten und vorteilhaften aufrechten Lage erhält und dadurch Holz und Bast überflüssig werden. Ähnlich aber verhält es sich mit dem Ooplasma und Spermatoplasma. Die unter Wasser sich befruchtenden Kryptogamen haben keine mehrschichtigen Fruchtknotengehäuse, keine aus Stamm und Blättern aufgebauten Fruchtanlagen wie die Phanerogamen, weil diese überflüssig sind. Auch das Spermatoplasma entbehrt zur Zeit der Befruchtung der Hülle, es wird kurz vorher in kleine Partikel geteilt, welche aus dem Antheridium ausschlüpfen und dann schwimmend die einfache Fruchtanlage erreichen. Da die Spermatozoiden durch die in das umgebende Wasser von der Fruchtanlage ausgeschiedenen Stoffe angezogen werden, so sind hier auch die mannigfachen Vorrichtungen, welche bei den in der Luft sich befruchtenden Pflanzen vorhanden sein müssen, überflüssig. Gebilde, welche sich als schützender Mantel über die Befruchtungsorgane breiten, Hüllen, welche die zu weit gehende Verdunstung beschränken, lebhaft gefärbte oder duftende Blumenblätter, welche Insekten anlocken, damit sie die mit Spermatoplasma erfüllten Pollenzellen ihrem Ziele näher bringen, Vorrichtungen, welche eine Übertragung des stäubenden Pollens durch den Wind ermöglichen — das alles ist bei den sich unter Wasser befruchtenden Pflanzen völlig überflüssig. Da nun aber gerade diese Hilfs- und Schutzmittel das ausmachen, was der gemeine Sprachgebrauch Blume nennt, so könnte man sagen, daß die sich unter Wasser befruchtenden Pflanzen keine Blumen haben. Zur Vermeidung von Mißverständnissen muß nun freilich sogleich beigesetzt werden, keine Blumen, aber doch Blüten! Für gewöhnlich werden Blumen und Blüten nicht scharf unterschieden, die Botaniker aber verstehen unter Blüten die zur Befruchtung dienenden Organe, unter Blumen dagegen nur die Blätter, welche die wesentlichen Befruchtungsorgane umgeben, ohne selbst Geschlechtszellen zu erzeugen, welche zu Schutz und Schirm der Fruchtanlagen und Pollenblätter dienen, welche das Zusammentreffen der zweierlei Protoplasten bei der Befruchtung vermitteln, hier dem Winde eine für die Fortbewegung geeignete Angriffsfläche bieten, dort zum Auffangen der durch Luftströmungen fortgeführten Zellen dienen, an der einen Stelle durch aromatische Stoffe und süßen Zucker die Insekten herbeilocken, damit diese honigsaugend den Pollen abstreifen, während an andern Stellen vorspringende Kanten und Leisten gebildet sind, an welchen der Pollen von den Insekten wieder abgelagert wird, mit einem Worte Schutz- und Hilfsmittel der in der Luft so schwierig auszuführenden Befruchtung.

Absichtlich wurde in den vorstehenden Zeilen nicht von Wasserpflanzen, sondern nur von unter Wasser sich befruchtenden Pflanzen gesprochen. Das ist nämlich zweierlei und sorgsam auseinander zu halten. Viele Wasserpflanzen, deren Stengel und Blätter zeitlebens unter Wasser bleiben, schieben doch ihre Blüten über den Wasserspiegel empor, und ihre Befruchtung erfolgt thatsächlich an der Luft. Anderseits findet, so seltsam es klingen mag, die Befruchtung der auf dem Sande der öden Heide, an den sonnigen Felsen der Gebirge und auf der trocknen Borke alter Baumstämme an der Luft wachsenden Flechten, Moose und Farne unter Wasser statt. Diese Pflanzenformen können nämlich monatelang der Dürre ausgesetzt sein, und es kann in diesen langen Zeiträumen ein vollständiger Stillstand der Säftebewegung in ihren ausgetrockneten Geweben eintreten, sobald sie aber von Regen und Tau benetzt werden, leben sie wieder auf, sprossen und wachsen, bilden Fruchtanlagen und Antheridien, und alles ist so eingerichtet, daß das Ausschlüpfen der Spermatozoiden aus den Antheridien gerade in jenen Zeiträumen erfolgt, in welchen die Flechtenschorfe durchfeuchtet sind, die Moosrasen wie Badeschwämme von Wasser triefen und die Prothallien der Farne einem Erdreiche auflagern, welches mit Wasser vollgesaugt ist. Durch dieses Wasser gelangen die Spermatozoiden zu den Fruchtanlagen, und es ist daher buchstäblich zu nehmen, daß selbst bei den auf windgepeitschten Kämmen der Hochgebirge haftenden Flechten und Moosen und den auf Erde in den Ritzen felsiger Steilgehänge wachsenden Farnen die Befruchtung immer unter Wasser stattfindet!

Der einzige in dieser Hinsicht bemerkenswerte Unterschied zwischen den nur zeitweise und den dauernd unter Wasser gesetzten Pflanzen besteht darin, daß die erstern für die Zeit des Austrocknens die schon in der Entwickelung begriffenen Antheridien und Fruchtanlagen mittels sackförmiger Hüllen oder blattähnlicher Schuppen gegen die Gefahr einer zu weit gehenden Austrocknung sichern und schützen, was insbesondere bei den Moosen recht auffallend hervortritt (s. S. 61). Aber Blumen im gewöhnlichen Sinne haben auch die Moose und Farne nicht, und wir können daher dreist behaupten, daß sich die Kryptogamen unter Wasser, die meisten Phanerogamen an der Luft befruchten, daß die Kryptogamen der Blumen entbehren, weil sie deren zur Befruchtung unter Wasser nicht bedürfen, daß dagegen fast alle Phanerogamen Blumen besitzen, weil sie dieselben bei der Befruchtung an der Luft als Schutz- und Hilfsmittel notwendig haben.

Auch der komplizierte Aufbau, welchen bei den Phanerogamen die unmittelbare Umgebung der zur Befruchtung vorbereiteten Protoplasten zeigt, hängt davon ab, daß die Befruchtung bei ihnen in der Luft erfolgt. Das befruchtende und das zu befruchtende Protoplasma können begreiflicherweise nur dann erfolgreich in Wechselwirkung treten, wenn die sie umgebenden Zellhäute dünn und zart und für diosmotische Vorgänge geeignet sind. Eine solche Zellhaut vermöchte aber das von ihr umschlossene Protoplasma in trockner Luft vor dem Verderben nicht zu schützen, und es ist unbedingt notwendig, daß in der kritischen Zeit sowohl das Spermatoplasma als das Ooplasma entsprechend verwahrt und eingehüllt seien. An allen Phanerogamen erscheint daher, ganz abgesehen von der Blumenhülle, schon die unmittelbare Umgebung der Geschlechtszellen als ein schützender Mantel ausgebildet; die Zellschichten dieses Mantels sind verdoppelt und verdreifacht, die Zellwände entsprechend verdickt, und immer ist vorgesorgt, daß den äußern Zellschichten gegen vollständige oder auch nur zeitweilige Austrocknung der nötige Schutz geboten werde, daß dagegen den innern für die Zeit der Befruchtung das nötige Wasser nicht fehle, und daß ihnen der nötige Turgor gewahrt bleibe.

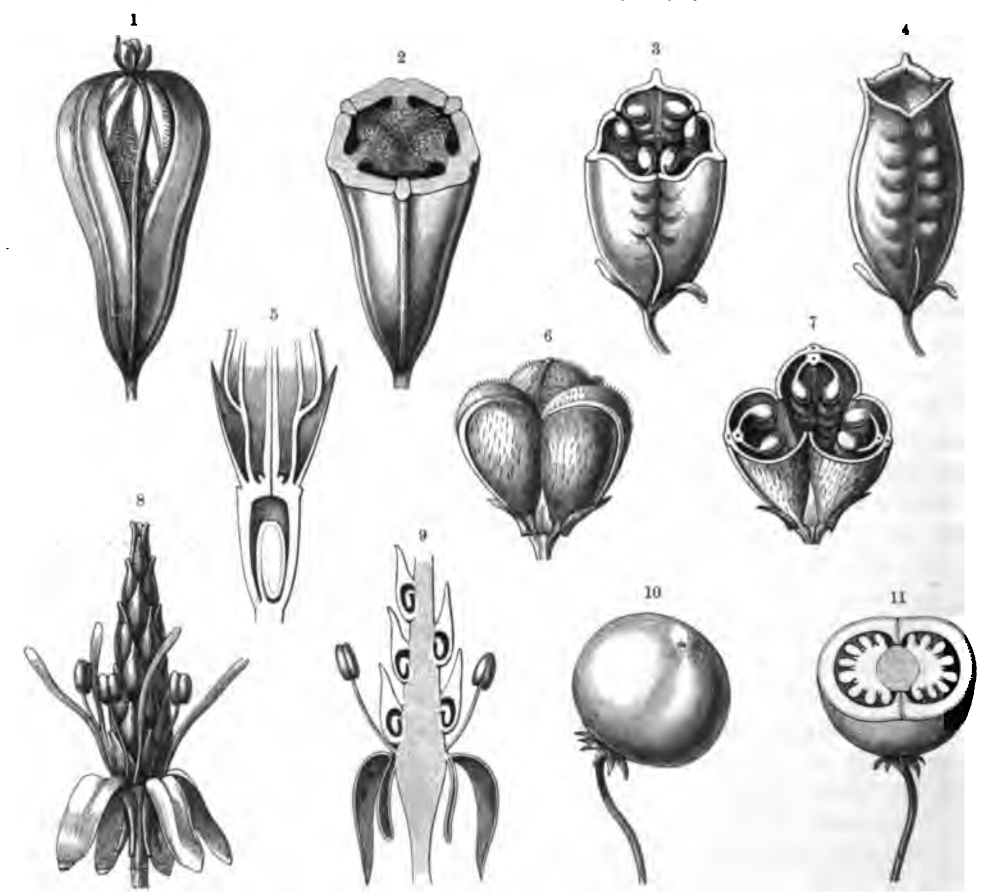
Am auffallendsten tritt das an jenen Teilen der Fruchtanlage hervor, aus welchen später die Samen werden, und welche Samenanlagen genannt werden[1]. Jede Samenanlage besteht nämlich aus den das Ooplasma, beziehentlich das Oogonium bergenden Geweben des Kernes (nucleus) und einer ihn umwallenden einfachen oder doppelten Hülle (integumentum). Dieses Gebilde ist an der Fruchtanlage der Gattung Cycas dem Blicke des Beobachters frei ausgesetzt, aber durch dichten Haarfilz gegen das zu weit gehende Austrocknen geschützt (s. Abbildung, S. 70, Fig. 7 und 8). Bei andern Cycadeen sowie überhaupt bei den meisten nacktsamigen Pflanzen, also beispielsweise bei dem Wacholder und der Cypresse, der Kiefer und Fichte, sind die blattartigen Schuppen der Fruchtanlage so gereiht und gruppiert, daß die von ihrer Fläche entspringenden Samenanlagen in tiefen Verstecken geborgen, dadurch gegen alle möglichen drohenden Gefahren gesichert und oberflächlich gar nicht sichtbar sind. Bei den übrigen Phanerogamen endlich erscheint ein die Samen rings umschließendes Gehäuse, der sogenannte Stempel (pistillum), ausgebildet, dessen unterer erweiterter Teil Fruchtknoten (germen) geheißen wird.

An dem Aufbaue dieses Gehäuses nehmen der Hochblattstamm und jene Hochblätter,

---

[1] Man hat diese Gebilde mit Rücksicht auf die Ähnlichkeit mit Eiern gewisser Tiere auch Eichen (ovula) genannt. Auch der Name Samenknospe und Keimknospe war ehemals üblich (s. Band I, S. 602). Gegen diese Bezeichnungen wurden verschiedene Einwände gemacht und insbesondere der Name Samenknospe vom Standpunkte der spekulativen Morphologie angefochten und verfemt, worauf gelegentlich noch die Rede kommen soll. Da diesem Buche das Eingehen auf naturphilosophische Spekulationen sowie jedwede Polemik fern liegt, so möge der ganz unverfängliche Name „Samenanlage" gewählt sein.

welche den Namen Fruchtblätter führen, den wesentlichsten Anteil. Die Beteiligung ist aber eine so ungleichmäßige, daß man sagen kann, an der einen Pflanze werde fast das ganze Gehäuse nur aus dem Stamme, an der andern fast nur aus den Fruchtblättern gebildet. Es rührt das davon her, daß der Stammscheitel, von welchem die Blütenblätter ausladen, und der darum auch der Blütenboden heißt, eine so außerordentliche Vielgestaltigkeit zeigt. In einer Reihe von Fällen ist der Blütenboden nicht ausgehöhlt, sondern solid und stellt sich



Anlagen und Baupläne der Phanerogamenfrüchte: 1. Aufgesprungene Frucht der Miltonia stellata. — 2. Fruchtanlage der Miltonia stellata, quer durchschnitten. — 3. Fruchtanlage einer Reseda (Reseda), quer durchschnitten. — 4. Dieselbe Fruchtanlage, nicht durchschnitten. — 5. Längsschnitt durch die Fruchtanlage von Helianthus tuberosus. — 6. Fruchtanlage des Veilchens (Viola odorata). — 7. Dieselbe, quer durchschnitten. — 8. Fruchtanlage in der Blüte des Myosurus minimus. — 9. Dieselbe, im Längsschnitte. — 10. Fruchtanlage der Kartoffelpflanze (Solanum tuberosum). — 11. Dieselbe, quer durchschnitten. — Sämtliche Figuren etwas vergrößert. Vgl. Text, S. 69, 71, 72, 73 und 74.

als knopf-, kolben- oder kegelförmiges Ende des Blütenstieles dar (s. obenstehende Abbildung, Fig. 8, 9, und S. 74, Fig. 3), während er in einer andern Reihe von Fällen so aussieht, als hätte man ihn am Scheitel eingedrückt und grubenförmig vertieft (s. Abbildung S. 70, Fig. 1 und 2). Würde man aus einer plastischen Masse, etwa aus weichem Wachse einen Kegel formen und diesen Kegel zunächst durch schwachen Druck auf der Spitze abplatten dann allmählich durch stärkern Druck grubig vertiefen und endlich becherförmig aushöhlen, so erhielte man Gestalten, welche in der Natur thatsächlich realisiert sind, und deren eines Extrem ein spitzer solider Kegel ist, während das andre Extrem einen tief ausgehöhlten Becher darstellt. Zwischen diesen beiden Endgliedern der Formenreihe des Blütenbodens,

welche als Kegelboden und Becherboden bezeichnet werden, schaltet sich der Scheibenboden ein, welcher, wie sein Name besagt, die Gestalt einer Scheibe besitzt.

Es braucht wohl kaum hervorgehoben zu werden, daß bei dem Wachstume und Aufbaue der lebenden Pflanze der Becherboden nicht durch Eindrücken und Aushöhlen entsteht. In Wirklichkeit bildet sich der Becherboden dadurch aus, daß das Wachstum im Zentrum des als Cylinder zu denkenden Stammes ein andres ist als an der Peripherie; das Gewebe rings um das Zentrum erhebt sich als Wall, der immer höher und höher wird und schließlich als Wandung eines Napfes oder selbst eines tiefen Bechers erscheint. Wenn wir daher von Aushöhlung eines Blütenbodens sprechen, so ist das nur bildlich zu nehmen; in der That entsteht die grubige Vertiefung oder Höhlung nicht durch Wegnehmen von Substanz, ebensowenig durch Schwinden des Gewebes, sondern durch Erhebung eines Ringwalles um das Zentrum des Blütenbodens.

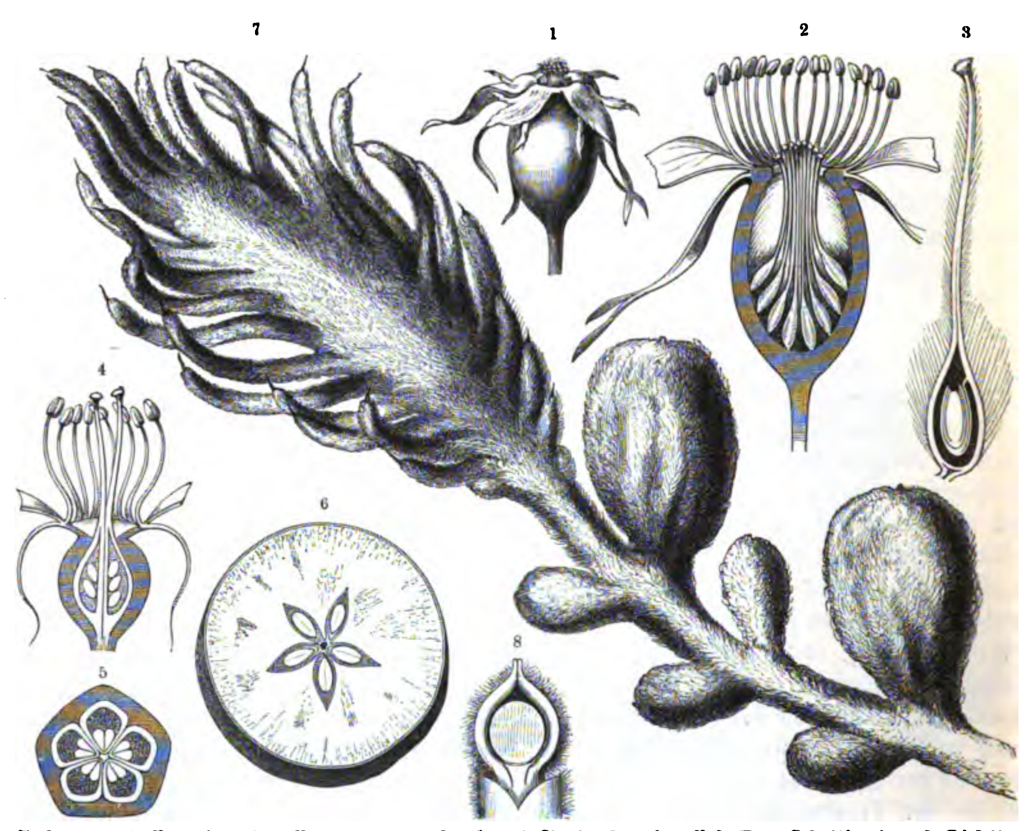
Die Gestaltung des Blütenbodens wird noch dadurch kompliziert, daß das Zentrum desselben, um welches sich ein Ringwall ausbildet, nicht immer zu wachsen aufhört, sondern sich mitunter als ein Wulst oder Zapfen erhebt, so daß man dann eine Mittelsäule wahrnimmt, die ganz das Ansehen eines Kegelbodens hat, aber von einem napfförmigen oder becherförmigen Ringwalle umgeben ist.

Um die Beziehungen der Blütenblätter zum Blütenboden darzustellen, empfiehlt es sich, zuerst den Kegelboden vorzunehmen, an welchem die Gruppierung am leichtesten zu übersehen ist. Man findet an demselben die Blütenblätter in mehreren übereinander folgenden Quirlen oder Scheinquirlen oder auch entlang einer gleichmäßigen Schraubenlinie dem Alter nach geordnet. Zu oberst die Fruchtblätter, unter ihnen die Pollenblätter und noch tiefer die Blumenblätter. Entweder ist von den Fruchtblättern, Pollenblättern und Blumenblättern nur je ein Wirtel entwickelt, oder es sind deren je zwei, drei und selbst noch mehr ausgebildet. Wenn mehrere wirtelig gestellte Fruchtblätter miteinander zu einem einzigen Gehäuse verwachsen sind, so kann der Kegelboden schon dicht oberhalb des Ansatzes der Fruchtblätter endigen, er kann aber auch als Zapfen in das aus den Fruchtblättern gebildete Gehäuse hineinragen oder als eine Mittelsäule den ganzen Fruchtknoten durchsetzen. Nicht immer bilden aber die Fruchtblätter des Kegelbodens nur ein einziges Gehäuse; es kommt auch vor, daß jedes Fruchtblatt für sich ein besonderes Gehäuse erzeugt, und dann sieht man an der Spitze des Kegelbodens einen Quirl aus getrennten Fruchtknoten (s. Abbildung, S. 74, Fig. 7), oder aber es ordnen sich an dem kegelförmigen Blütenboden zahlreiche kleine Fruchtknoten entlang einer Schraubenlinie (s. Abbildung, S. 68, Fig. 8 und 9).

Um die Lage und das Stellungsverhältnis der Blütenblätter, insbesondere der Fruchtblätter, am Scheibenboden und Becherboden anschaulich zu machen, ist es zweckmäßig, zu dem schon früher gewählten Bilde einer plastischen Masse zurückzukehren und sich vorzustellen, daß ein kegelförmiger Blütenboden durch einen von obenher auf sein Zentrum ausgeübten Druck die Gestalt einer Scheibe oder eines Bechers erhalten könnte. Angenommen, die eingedrückte Masse sei früher, als sie noch die Kegelform besaß, an ihrer ganzen Oberfläche von der Basis bis hinauf zur Spitze mit Blättern besetzt gewesen, so werden nun nach der Umformung des Kegels in eine Scheibe jene Blätter, welche früher von der Spitze ausgingen, in das Zentrum, jene, welche früher an der Basis des Kegels standen, an die Peripherie der Scheibe zu stehen kommen. Wurde aber der Kegel in einen Becher umgemodelt, so werden jene Blätter, welche sich vor dem Eindrücken in der Nähe der Kegelspitze erhoben hatten, in der Weise verschoben, daß sie in das Innere des Bechers gelangen und nun von der Innenseite der Becherwand in die Aushöhlung hineinragen. Jene, welche knapp neben der Kegelspitze entsprangen, erscheinen sogar in den Grund des Bechers hinabgerückt, und sollte sich aus dem Mittelgrunde des Bechers jenes Stück des Blütenbodens, welches der Kegelspitze

entspricht, nochmals als Zapfen erheben, so könnten auch an diesem noch Blätter entspringen. Es ist also der Fall denkbar, daß von der Außenseite der Becherwand, von der Innenseite der Becherwand und von dem Zapfen, der sich vom Grunde des Bechers als eigentliches Ende der Achse erhebt, Blätter ausgehen.

Je nachdem die vom Blütenboden entspringenden Blätter schraubig oder wirtelig gestellt sind, einfache oder doppelte Umgänge oder Cyklen bilden und unter sich oder mit



Anlagen und Baupläne der Phanerogamenfrüchte: 1. Fruchtanlage einer Rose (Rosa Schottiana). — 2. Dieselbe, etwas vergrößert, im Längsschnitte. — 3. Ein dieser Fruchtanlage entnommener Stempel im Längsschnitte. — 4. Fruchtanlage des Apfels (Pirus Malus), im Längsschnitte. — 5. Dieselbe, im Querschnitte. — 6. Querschnitt durch einen Apfel. — 7. Fruchtblatt von Cycas revoluta mit Samenanlagen. — 8. Längsschnitt durch eine Samenanlage von Cycas revoluta. — Fig. 1, 6, 7, 8 in natürlicher Größe; Fig. 2, 4, 5: 3fach; Fig. 3: 8fach vergrößert. Vgl. Text, S. 67, 73, 77, 78 und 79.

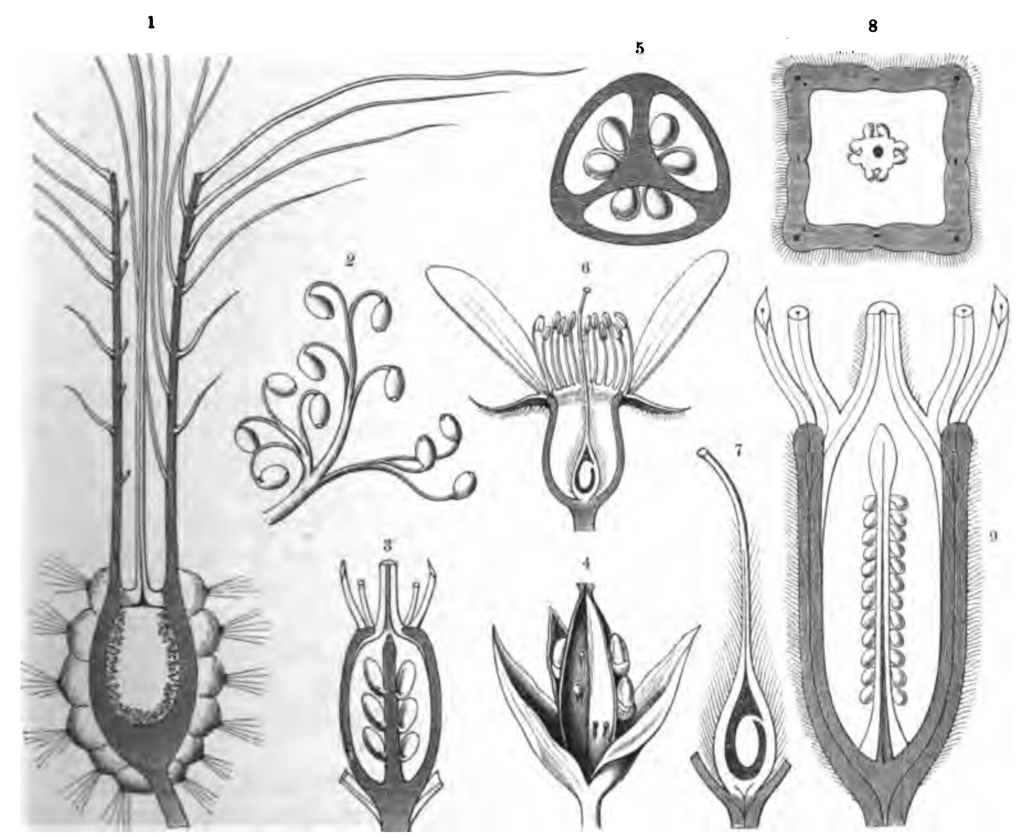
dem Blütenboden verwachsen erscheinen, ergibt sich eine ungemein große Mannigfaltigkeit von Formen, und es ist unmöglich, eine allumfassende Übersicht derselben im engen Rahmen dieses Buches zu bringen. Ich beschränke mich daher auf die Darstellung einer Reihe von Fällen, welche gewissermaßen als Marksteine in dem bunten Gewirre angesehen werden können, und wähle als Beispiele die Blüten weitverbreiteter und allgemein bekannter Pflanzen, in deren Bau jedermann leicht Einsicht zu nehmen in der Lage ist.

Um Wiederholungen zu vermeiden, sollen die zu beschreibenden 18 Fälle in zwei Gruppen gebracht werden, von welchen die eine jene Fruchtanlagen begreift, deren Grundfeste ein Kegelboden bildet, während die zweite jene Formen zusammenfaßt, in welchen ein Scheibenboden oder Becherboden ausgebildet ist. Ebenso soll aus demselben Grunde eine weitere Gruppierung danach vorgenommen werden, ob sämtliche Fruchtblätter von einerlei oder zweierlei Art sind.

Fruchtanlagen auf einem Kegelboden.

Sämtliche Fruchtblätter von einerlei Art.

1) Die Fruchtblätter entspringen in schraubiger Anordnung von dem Kegelboden. Jedes Fruchtblatt trägt mehrere oder auch nur eine Samenanlage und bildet für sich ein besonderes Gehäuse. Der mit diesen Gehäusen besetzte Kegelboden ist entweder sehr ver-



Anlagen und Baupläne der Phanerogamenfrüchte: 1. Längsschnitt durch die Fruchtanlage des Cereus grandiflorus. — 2. Samenanlagen auf verzweigtem Träger aus dem Grunde der Fruchtanlage des Cereus grandiflorus. — 3. Längsschnitt durch die Fruchtanlage des Hedychium angustifolium. — 4. Aufgesprungene Frucht derselben Pflanze. — 5. Querschnitt durch die Fruchtanlage derselben Pflanze. — 6. Längsschnitt durch die Blüte des Mandelbaumes (Amygdalus communis). — 7. Längsschnitt durch die Fruchtanlage derselben Pflanze. — 8. Querschnitt, 9. Längsschnitt durch die Fruchtanlage des Weidenröschens (Epilobium angustifolium). — Fig. 1 in natürlicher Größe; Fig. 3, 4, 5, 6 schwach vergrößert; Fig. 2, 7, 8, 9 beiläufig 10fach vergrößert. Vgl. Text, S. 73 und 74.

längert, wie bei dem Mäuseschwanz (Myosurus; s. Abbildung, S. 68, Fig. 8, 9), oder zapfenförmig, wie beim Tulpenbaum (Liriodendron), oder knopfförmig, wie bei dem Hahnenfuß (Ranunculus).

2) Die Fruchtblätter entspringen in wirteliger Anordnung von dem Kegelboden, sind eingerollt und mittels der eingerollten Ränder unten an den zapfenförmig verlängerten Kegelboden angewachsen. Da sie auch unter sich im unteren Teile seitlich verwachsen sind, bilden sie zusammen ein vielfächeriges Gehäuse. Jedes Fruchtblatt trägt Samenanlagen an seiner innern Fläche. Als Beispiele gelten die gelbe Seerose oder Nixblume (Nuphar) und die Wasserviole (Butomus; s. Abbildung, S. 74, Fig. 7, 8).

3) Die Fruchtblätter entspringen dicht unter dem Ende des Kegelbodens, bilden einen Wirtel und sind miteinander zu einem einzigen Gehäuse verwachsen. Der Kegelboden ragt

in das Gehäuse nicht hinein. Jedes Fruchtblatt trägt Samenanlagen und zwar entweder an den Rändern, wie bei der Reseda (Reseda; s. Abbildung, S. 68, Fig. 3, 4), oder an der Innenfläche, wie bei dem Sonnentau (Drosera), oder aber an der Basis, wie bei Dionaea, Drosophyllum und der zu den Resedaceen gehörigen Caylusea. In letzterm Falle sieht man die Samenanlagen gehäuft im Grunde des Gehäuses, und man könnte sie im ersten Anblicke für obere Fruchtblätter halten, ähnlich jenen, wie sie bei den Primulaceen vorkommen. Bei der Reseda ist das aus den Fruchtblättern gebildete Gehäuse oben offen.

Die Fruchtblätter von zweierlei Art.

4) Die Fruchtblätter entspringen dicht unter dem Ende des Kegelbodens und erscheinen als zweiglieder ige Wirtel oder, mit andern Worten, als zwei kreuzweise gestellte Paare. Die beiden gegenüberstehenden obern Fruchtblätter sind in Rippen metamorphosiert, welche die Samenanlagen in zweizeiliger Anordnung tragen. Zwischen diesen beiden rippenförmigen Fruchtblättern ist eine dünne Membran ausgespannt, was zur Folge hat, daß sie zusammen den Eindruck eines Fensterrahmens machen. Die untern Fruchtblätter tragen keine Samenanlagen und bilden Klappen, welche sich an den aus den obern Fruchtblättern gebildeten Rahmen anlegen. Diese Form kommt mit zahlreichen Modifikationen bei den Schotengewächsen (Cruciferen) vor.

5) Die Fruchtblätter entspringen dicht unter dem Ende des Kegelbodens und bilden zwei Wirtel. Jene des untern Wirtels tragen keine Samenanlagen und sind zu einem Gehäuse verwachsen, jene des obern Wirtels tragen Samenanlagen und sind in Wülste, Stränge oder Leisten metamorphosiert, welche der Innenseite des von dem untern Wirtel gebildeten Gehäuses angewachsen erscheinen. Hierher gehören das Veilchen (Viola; s. Abbildung, S. 68, Fig. 6, 7), das Schöllkraut (Chelidonium) und der Mohn (Papaver).

6) Die untern Fruchtblätter tragen keine Samenanlagen, bilden einen Wirtel, sind an den seitlichen, nicht eingerollten Rändern miteinander verwachsen und bilden ein Gehäuse. Dicht unter dem Ende des in das Gehäuse nur wenig hineinragenden Kegelbodens entspringt ein einziges, eine Samenanlage tragendes Fruchtblatt, welches scheinbar endständig ist. Als Beispiele können gelten die Fruchtanlagen der Rhabarberpflanze (Rheum) und des Ampfers (Rumex; s. Abbildung, S. 78, Fig. 23).

7) Die untern Fruchtblätter tragen keine Samenanlagen, bilden einen Wirtel, sind an den seitlichen, nicht eingerollten Rändern miteinander verwachsen, haben also die Gestalt von Faßdauben und bilden ein Gehäuse, in welches der kegelförmige Blütenboden als Zapfen oder Mittelsäule hineinragt. Die obern Fruchtblätter sind in Polster metamorphosiert, tragen Samenanlagen und entspringen von dem in das Gehäuse hineinragenden Teile des Kegelbodens. Dieselben zeigen entweder eine schraubige Anordnung, wie bei dem Milchkraute (Glaux; s. Abbildung, S. 75, Fig. 8, 9), oder sie bilden Wirtel, wie bei der japanischen Primel (Primula Japonica).

8) Die untern Fruchtblätter tragen keine Samenanlagen, bilden einen Wirtel, sind eingerollt und so miteinander verwachsen, daß ein mehrfächeriges Gehäuse entsteht. Die obern Fruchtblätter tragen Samenanlagen, entspringen von dem als Mittelsäule das Gehäuse durchsetzenden Ende des Kegelbodens und sind in die Fächer des Gehäuses eingeschoben. Beispiele hierfür sind die Wolfsmilch (Euphorbia), die Azalea (Azalea), der Fingerhut (Digitalis), die Kartoffel (Solanum tuberosum; s. Abbildung, S. 68, Fig. 10, 11).

Fruchtanlagen auf einem Scheiben- oder Becherboden.

Fruchtblätter von einerlei Art.

9) Der Blütenboden scheiben- oder napfförmig mit einem aus der Mitte sich erhebenden Wulste oder Zapfen. Die Fruchtblätter von einerlei Art sind an dem Zapfen entlang

einer Schraubenlinie geordnet. Jedes Fruchtblatt trägt eine oder mehrere Samenanlagen und bildet für sich ein Gehäuse. Hierher gehört die Silberwurz (Dryas), das Fingerkraut (Potentilla), die Himbeere (Rubus Idaeus; s. Abbildung, S. 74, Fig. 11, 12).

10) Blütenboden becherförmig ohne mittelständigen Zapfen. Die Fruchtblätter entlang einer Schraubenlinie von der Innenseite des Bechers entspringend. Jedes Fruchtblatt trägt eine oder mehrere Samenanlagen und bildet für sich ein Gehäuse. Als Beispiel ist anzuführen die Rose (Rosa; s. Abbildung, S. 70, Fig. 1—3).

11) Nur ein Fruchtblatt im Mittelgrunde des becherförmigen Blütenbodens aus dem Ende der Achse entspringend und scheinbar endständig. Dieses Fruchtblatt trägt Samenanlagen und bildet für sich ein Gehäuse, ist aber mit der innern Wand des Bechers nicht verwachsen. Diese Gestalt der Fruchtanlage zeigen die Kirschen, Pflaumen und Aprikosen und auch die Mandeln (Amygdalus; s. Abbildung, S. 71, Fig. 6, 7).

12) Die Fruchtblätter entspringen an dem eigentlichen Ende der Achse im Mittelgrunde des becherförmigen Blütenbodens, bilden einen Wirtel, sind eingerollt und miteinander zu einem Gehäuse verwachsen. Das Gehäuse füllt den ganzen Hohlraum des ringsum geschlossenen Bechers wie ein Einsatz aus und ist der Innenseite des Bechers angewachsen. Jedes Fruchtblatt trägt an den eingeschlagenen Rändern Samenanlagen. Hierher gehören die Fruchtanlagen der Mispeln (Mespilus), Birnen und Äpfel (Pirus; s. Abbildung, S. 70, Fig. 4—6).

13) Die Fruchtblätter entspringen an dem eigentlichen Ende der Achse im Mittelgrunde des Blütenbodens. Dieser Blütenboden ist aber ganz eigentümlich gestaltet; er bildet nämlich einen an den Seitenwänden durchbrochenen Becher. Es sieht so aus, als hätte man am Umfange des Bechers drei große Ausschnitte gemacht, so daß nur drei dicke Säulen, Spangen oder Rippen übrigbleiben. Diese drei Rippen vereinigen sich oben wieder miteinander und bilden den Becherrand, von welchem die Blumenblätter und Pollenblätter ausgehen. Die drei Ausschnitte an der Seitenwand des Bechers werden aber von den drei im Grunde des Blütenbodens entspringenden Fruchtblättern verschlossen, so daß also das Fruchtknotengehäuse aus drei Rippen des becherförmigen Blütenbodens und drei Fruchtblättern aufgebaut ist. Die Samenanlagen gehen von Leisten der Fruchtblätter aus, die in das Innere des Gehäuses vorspringen. Diese merkwürdige Fruchtanlage findet sich in mannigfaltigen Modifikationen bei den Orchideen (s. Abbildungen, S 68, Fig. 1, 2, und S. 78, Fig. 1—4).

Fruchtblätter von zweierlei Art.

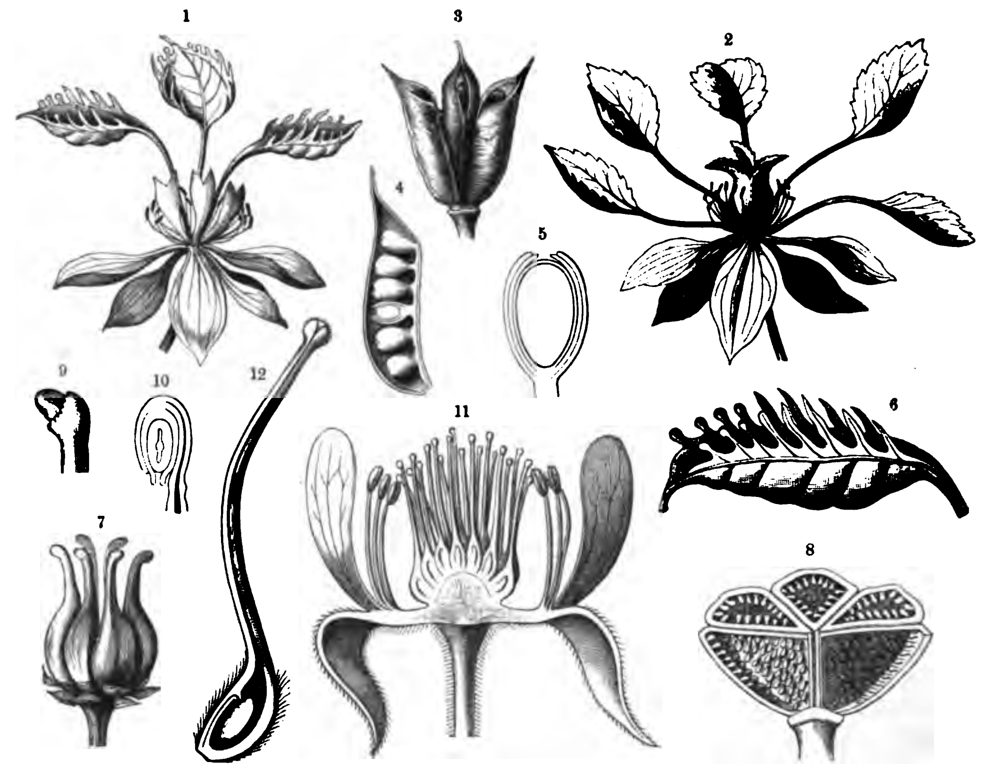
14) Die Fruchtblätter von zweierlei Art, die einen tragen keine Samenanlagen, entspringen oberhalb der Basis von der Innenwand des Bechers und verschließen dessen Mündung, wodurch eine Fruchtknotenhöhle gebildet wird; die andern tragen Samenanlagen und sind in verzweigte Stränge metamorphosiert, welche entlang einer Schraubenlinie im untern, bauchig erweiterten Teile des Bechers entspringen und in die Fruchtknotenhöhle hineinragen. Eine vom Grunde des Bechers sich erhebende Mittelsäule fehlt. Hierher gehören die Nopalgewächse, namentlich Opuntia und Cereus (s. Abbildung, S. 71, Fig. 1, 2).

15) Die Fruchtblätter von zweierlei Art. Die einen tragen keine Samenanlagen, erheben sich von der Innenwand des Bechers und verschließen dessen Mündung, wodurch eine Fruchtknotenhöhle gebildet wird; die andern tragen Samenanlagen, sind in Stränge metamorphosiert, entspringen wirtelförmig angeordnet im Grunde des Bechers und sind einer aus dem Zentrum der Achse sich erhebenden und die Fruchtknotenhöhle durchsetzenden, oft nur fadenförmigen Mittelsäule angewachsen. Als Beispiel ist zu nennen das Weidenröschen (Epilobium; s. Abbildung, S. 71, Fig. 8, 9).

16) Die Fruchtblätter von zweierlei Art. Die einen tragen keine Samenanlagen und verschließen nach oben den Becher, wodurch eine Fruchtknotenhöhle gebildet wird; die andern

tragen Samenanlagen, sind in Polster metamorphosiert und entspringen entlang einer Schraubenlinie von einer Mittelsäule, die sich vom Grunde des Bechers erhebt und die Fruchtknotenhöhle durchsetzt. Hierher gehört Hedychium (s. Abbildung, S. 71, Fig. 3, 4, 5).

17) Die Fruchtblätter, welche der Samenanlagen entbehren, verschließen nach oben den becherförmigen Blütenboden. Im Grunde des Bechers, dicht unter dem wahren Scheitel der Achse, entspringt nur ein einziges die Samenanlage tragendes Fruchtblatt, welches schein-



Anlagen und Baupläne der Phanerogamenfrüchte: 1, 2. Antholysen eines Rittersporns (Delphinium Caschmirianum). — 3. Reife aufgesprungene Frucht derselben Pflanze. — 4. Längsschnitt durch ein einzelnes Fruchtfach derselben Pflanze. — 5. Längsschnitt durch eine Samenanlage derselben Pflanze. — 6. Ein einzelnes vergrüntes Fruchtblatt derselben Pflanze. — 7. Fruchtanlage des Butomus umbellatus. — 8. Dieselbe Fruchtanlage der Länge und Quere nach durchschnitten. — 9. Eine Samenanlage derselben Pflanze. — 10. Längsschnitt durch eine ausgewachsene Samenanlage derselben Pflanze. — 11. Längsschnitt durch die Blüte der Himbeere (Rubus Idaeus). — 12. Längsschnitt durch einen einzelnen Stempel aus der Fruchtanlage derselben Pflanze. — Fig. 1, 2, 3 in natürlicher Größe; Fig. 4, 6, 7, 11: 2—5fach; Fig. 5, 8, 9, 10, 12: 6—8fach vergrößert. Vgl. Text, S. 68, 69, 71, 73, 76, 77 und 79.

bar endständig ist. In zahlreichen Modifikationen an den Korbblütlern ausgebildet, so z. B. an der Sonnenblume (Helianthus; s. Abbildung, S. 68, Fig. 5).

Der hier gegebenen Darstellung ist noch die Bemerkung beizufügen, daß sie von jener, welche in der letzten Zeit durch mehrere ausgezeichnete Morphologen von dem Aufbaue des Fruchtgehäuses gegeben wurde, in zwei Punkten erheblich abweicht. Erstens darin, daß nach meinen Untersuchungen die Wand der sogenannten unterständigen Fruchtknoten zumeist aus einem becherförmigen Blütenboden und nicht aus Fruchtblättern, die von der Röhre des Perigons oder Kelches überzogen sind, gebildet wird. Daß auch das letztere vorkommt (z. B. bei manchen Steinbrechen), soll nicht in Abrede gestellt werden, aber weit häufiger sind doch jene Fälle, wo sich der Blütenboden als Ringwall erhebt und zu einem becherförmigen Gehäuse wird. Zur Zeit der Fruchtreife springt dieses Gehäuse oftmals auf, und

es bilden sich Klappen, welche große Ähnlichkeit mit den aus Fruchtblättern hervorgegangenen Klappen haben; aber es ist denn doch nichts weiter als eine Ähnlichkeit, vergleichbar derjenigen, welche zwischen den laubartigen Blattästen des Mäusedorns und den wirklichen



Antholysen und Fruchtanlagen: 1–6. Längsschnitte durch die Fruchtknoten vergrünter Blüten der Primula Japonica; die untern Fruchtblätter bilden das Gehäuse des Fruchtknotens und entbehren der Samenanlagen; die obern Fruchtblätter zeigen alle Übergange von Gewebepolstern, welche mit dem Ende der Achse verwachsen und mit Samenanlagen besetzt sind, zu vergrünten und gelösten Blattgebilden, deren randständige Kerbzähne den Samenanlagen gleichwertig sind. — 7. Eine einzelne vergrünte Blüte der Primula Japonica. — 8. Längsschnitt durch die Frucht- und Samenanlage von Glaux maritima. — 9. Fruchtanlage von Glaux maritima; die vordere Wand des Fruchtknotens entfernt. — Fig. 7 in natürlicher Größe; alle andern Figuren 6–8fach vergrößert. Vgl. Text, S. 72 und 76.

Laubblättern besteht (s. Band I, S. 307). Abweichend von der Erklärung, die in den meisten botanischen Werken gegeben wird, ist in der obigen Darstellung auch die Angabe, daß am Aufbaue vieler Fruchtanlagen zweierlei Fruchtblätter beteiligt sind, nämlich untere ohne Samenanlagen, welche das Gehäuse bilden, und obere mit Samenanlagen, welche in der mannigfaltigsten Weise in Wülste, Polster, Stränge und Leisten metamorphosiert sind. Zu dieser Auffassung führten nicht nur umfangreiche entwickelungsgeschichtliche Untersuchungen,

sondern auch die Beobachtung einer großen Menge sogenannter Antholysen, welche in neuerer Zeit mit so großem Erfolge als wichtiger Behelf zur Klärung der so schwierigen Fragen über den Bauplan der Fruchtanlage herangezogen wurden.

Da auf diese Antholysen noch wiederholt die Rede kommen wird, so ist es am Platze, hier in aller Kürze zu sagen, was sie sind, und was man unter dem Ausdrucke Antholyse, welcher, wörtlich übersetzt, Blütenlösung bedeutet, zu verstehen hat. Jedermann kennt die gefüllten Blüten der Rosen, Levkojen, Nelken, Primeln, Tulpen und andrer Gartenpflanzen, die von den Ziergärtnern mit Vorliebe kultiviert und vermehrt werden. Die Ursache ihres Entstehens wird in einem spätern Abschnitte zu erörtern sein, hier ist nur zu konstatieren, daß in den gefüllten Blüten die Pollenblätter ganz oder teilweise in Blumenblätter, bisweilen auch in Fruchtblätter umgewandelt sind, daß sich gewöhnlich eine Vervielfältigung der Blumenblätter, Pollenblätter und Fruchtblätter einstellt, und daß mit dieser Veränderung sehr oft auch eine Vergrünung von Gebilden, welche sonst nicht grün erscheinen, sowie eine Lösung und Isolierung der in den nicht gefüllten Blüten miteinander verwachsenen Teile Hand in Hand geht. Insbesondere lösen und vermehren sich die Blattgebilde, welche im Bereiche des normalen Fruchtknotens verwachsen erscheinen, sie verflachen sich und erhalten ganz oder teilweise das Ansehen von grünen Laubblättern. Gewöhnlich sieht man alle möglichen Übergangsformen und Zwischenstufen nebeneinander in einer und derselben Blüte, und es läßt sich dann die allmähliche Umwandlung in Laubblätter stufenweise verfolgen.

Wo nun eine solche Antholyse stattfand, und wo sich insbesondere im Bereiche des Fruchtknotengehäuses Verwandlungen in Laubblätter vollzogen haben, hält man sich berechtigt, die betreffenden Teile für Blattgebilde zu erklären, zumal dann, wenn auch die Entwickelungsgeschichte nicht gegen diese Annahme spricht. Anderseits wird man Teile, welche auch in gelösten Blüten niemals Blattformen annehmen, sondern selbst als Ausgangspunkt von Blättern erscheinen, für Stammgebilde hinnehmen, natürlich wieder nur unter der Voraussetzung, daß die Entwickelungsgeschichte mit dieser Annahme im Einklange steht.

Indem nun die Antholysen von diesem Gesichtspunkte aus betrachtet wurden, ergab sich das in der obigen übersichtlichen Einteilung zum Ausdrucke gebrachte Resultat, daß in vielen Fällen nur Fruchtblätter von einerlei Art, in vielen andern Fällen aber Fruchtblätter von zweierlei Art an dem Aufbaue der Fruchtanlage beteiligt sind. Die Antholysen und Vergrünungen des Rittersporns (Delphinium Caschmirianum), welche durch die Figuren 1, 2, 6 auf S. 74 zur Anschauung gebracht sind, zeigen in der einsichtlichsten Weise, daß da nur ein Wirtel von Fruchtblättern ausgebildet ist, und daß sämtliche Fruchtblätter an ihren Rändern Samenanlagen tragen, während die Antholysen und Vergrünungen der japanischen Primel (Primula Japonica), welche durch die Figuren 1—7 auf S. 75 dargestellt sind, in überzeugender Weise klarstellen, daß hier zweierlei Fruchtblätter beteiligt sind, nämlich untere, beziehentlich äußere blattartige, welche keine Samenanlagen tragen, und obere, beziehentlich innere, welche in Polster metamorphosiert sind und Samenanlagen tragen.

Erst jetzt, nachdem die Fruchtknotengehäuse in ihren abweichenden Formen geschildert wurden, kann auch auf die wichtigen Einschlüsse derselben, auf die Samenanlagen, näher eingegangen werden. In dem einen stimmen alle Samenanlagen miteinander überein, daß sie zur Zeit der Befruchtung einen mehrzelligen Gewebekörper darstellen, an welchem mittelständige und periphere Zellen unterschieden werden können, ebenso auch darin, daß wenigstens eine der mittelständigen Zellen bestimmt ist, den Ausgangspunkt für den Keimling zu bilden. In vielen Pflanzen sind die mittelständigen Zellen von jenen des Umfangs deutlich geschieden, so zwar, daß ein Kern (nucleus) und eine Hülle (integumentum) wahrgenommen werden kann. Mitunter ist die Hülle eine doppelte, wie z. B. an Delphinium und Butomus (s. Abbildungen, S. 74, Fig. 5, 9, 10), während sie in andern Fällen, wie

beispielsweise an Cycas revoluta (s. Abbildung, S. 70, Fig. 8), einfach bleibt. An den meisten Orchideen erscheint der Kern von einer großzelligen, sackartigen Hülle umschlossen, und man sieht ihn durch diese Hülle als rundlichen Ballen durchschimmern (s. Abbildung, S. 78, Fig. 5), aber an manchen als Überpflanzen der auf der Borke alter Bäume wachsenden Orchideen ist diese Grenze nur undeutlich zu sehen, und an den Balanophoreen und verschiedenen andern Schmarotzern ist keine Spur eines Gegensatzes von Kern und Hülle an den Samenanlagen zu erkennen.

Wo eine deutliche Hülle ausgebildet ist, bleibt doch immer eine kleine Stelle des Kernes von ihr unbedeckt, und diese Stelle wird Keimmund oder Mikropyle genannt. In den meisten Fällen liegt die Mikropyle der Basis der Samenanlage gegenüber, bisweilen aber ist die ganze Samenanlage bogenförmig gekrümmt, und es erscheint dann die Mikropyle dem Grunde der Samenanlage mehr oder weniger genähert. Häufig stehen die Samenanlagen mit ihren Trägern durch eine Art Stiel oder durch einen förmlichen Faden in Verbindung, aber es kommt auch vor, daß sie ohne Stiel mit breiter Basis ihrem Träger aufsitzen. Die Figur 3 der Abbildung auf S. 70 und die Figur 10 der Abbildung auf S. 74 zeigen den ziemlich häufigen Fall, wo die von einem fadenförmigen Stiele getragene Samenanlage gleichsam umgestürzt und an der einen Seite mit dem Stiele verwachsen ist. In der botanischen Kunstsprache wird der fadenförmige Stiel Funiculus und die Leiste, welche durch Verwachsung desselben mit der umgestürzten Samenanlage entsteht, Raphe genannt (s. Band I, S. 603).

Die Zellen, aus denen sich der Kern der Samenanlage aufbaut, zeigen ein sehr ungleichmäßiges Wachstum. Eine der Zellen entwickelt sich in besonders auffallender Weise und wird als Keimsack oder Embryosack angesprochen. Sie ist bei den Nadelhölzern im Vergleiche zu den andern Zellen des Kerngewebes von mäßigem Umfange, bei den meisten andern Samenpflanzen aber erweitert sie sich, verdrängt mehr oder weniger die übrigen Zellen des Kernes und ist dann nur von einer einfachen Zellschicht umgeben. Mitunter wird selbst diese Schicht verdrängt oder wenigstens nach einer Richtung hin durchbrochen, und es kommt dann vor, daß sich der Keimsack bis in die Mikropyle eindrängt. Der protoplasmatische Zellenleib des Embryosackes ist von Vakuolen reichlich durchsetzt; in der Gegend der Mikropyle, wo Vakuolen fehlen, zerfällt er in mehrere gesonderte Protoplasten, welche die Gestalt kugeliger Ballen haben, von welchen jeder einen großen Zellkern enthält, aber anfänglich der Zellhaut entbehrt. Meistens werden drei solcher kugeliger Protoplasten gebildet, aber nur aus einem pflegt nach erfolgter Befruchtung der Embryo oder Keimling hervorzugehen. Nur dieser heißt Keimbläschen oder Keimzelle, die andern hat man Gehilfinnen genannt.

An den Figuren 1—4 der Abbildung auf S. 78 ist zu ersehen, daß in dem Fruchtknotengehäuse der Orchideen die Samenanlagen in großer Zahl von eigentümlichen, in zwei Rippen geteilten Leisten der Fruchtblätter entspringen. Sie entwickeln sich dort aus Zellen, welche die Leisten als Oberhaut bekleiden, stehen mit Gefäßbündeln in keinerlei direkter Verbindung und sind daher mit jenen Oberhautgebilden in eine Linie zu stellen, welche man als Pflanzenhaare oder Trichome zu bezeichnen pflegt. Diese Analogie tritt insbesondere bei jenen Orchideen hervor, bei welchen im Innern des Fruchtknotengehäuses auch wirkliche Pflanzenhaare ausgebildet werden, also namentlich an Laelia Perrinii und Coelogyne plantaginea, von welchen Querschnitte in der Abbildung auf S. 78 (Fig. 1, 2, 3 und 4) eingeschaltet sind. Bei diesen merkwürdigen Arten springen nämlich von der Wand des Fruchtknotengehäuses sechs Leisten in die Höhlung vor, und an allen wachsen die Oberhautzellen zu haarförmigen Gebilden aus. Aber nur die Oberhautzellen von jenen drei Leisten, welche dem becherförmigen Blütenboden angehören, nehmen die gewöhnliche Gestalt einzelliger Haare an, jene an den andern Leisten gestalten sich zu Samenanlagen, von denen eine einzelne in der Figur 5 dargestellt ist.



Samenanlagen, Antholysen und Vergrünungen: 1. Querschnitt durch das Fruchtknotengehäuse der Laelia Perrinii, in natürlicher Größe. — 2. Ein Teil dieses Querschnittes, 6fach vergrößert. — 3. Querschnitt durch das Fruchtknotengehäuse der Coelogyne plantaginea. — 4. Ein Teil dieses Durchschnittes 6fach vergrößert. — 5. Ein Same der Coelogyne plantaginea. — 6. Antholyse eines Sonnenthaues (Drosera intermedia). (Nach Planchon.) — 7—12. Einzelne Teile aus den Antholysen der Drosera intermedia. — 13—15. Einzelne Teile aus Antholysen des Delphinium elatum. (Nach Cramer.) — 16. Antholyse eines Klees (Trifolium repens). — 17—21. Einzelne Teile aus Antholysen des Trifolium repens. (Nach Caspary.) — 22. Blüte eines Ampfers (Rumex scutatus). — 23. Dieselbe Blüte, vergrößert, im Längsschnitte. — 24—28. Einzelne Teile aus Antholysen des Rumex scutatus. (Teilweise nach Peyritsch.) — 29. Längsschnitt durch den Stempel einer vergrünten Blüte der Sahlweide (Salix Caprea). — 30. Eine vergrünte Samenanlage aus diesem Stempel. — Die Figuren 6—30 etwas vergrößert. Vgl. Text, S. 72, 73, 77, 79, 80 und 81.

Wie ganz anders entwickeln sich dagegen die Samenanlagen an den Cycadeen, von welchen ein Fruchtblatt durch Figur 7 in der Abbildung auf S. 70 dargestellt ist. Hier

kommt es gar nicht zur Ausbildung eines Fruchtknotengehäuses, die Fruchtblätter entspringen getrennt und einzeln in schraubenförmiger Anordnung am Ende des strunkförmigen Stammes, sind fiederförmig zerschnitten, und einige Blattabschnitte haben sich in große Samenanlagen umgewandelt.

Während demnach die Samenanlagen der Orchideen Haarbildungen gleichwertig sind, haben sie bei den Cycadeen als Äquivalente von Blattabschnitten zu gelten. In beiden Fällen liegen die Verhältnisse so einfach, klar und ersichtlich vor Augen, daß ihre Erklärung keinerlei Schwierigkeiten macht. Es gibt aber viele andre Fälle, wo die Deutung der Samenanlagen nichts weniger als leicht ist, und wo selbst die entwickelungsgeschichtlichen Untersuchungen mitunter im Stiche lassen, oder besser gesagt, wo die aus der Entwickelungsgeschichte ermittelten Thatsachen eine verschiedene Erklärung zulassen. In solchen zweifelhaften Fällen sind nun wieder die schon früher erwähnten Antholysen ein willkommener Behelf, selbstverständlich unter der Voraussetzung, daß die Lösung und Vergrünung nicht nur das Fruchtknotengehäuse, sondern auch die in ihm geborgenen Samenanlagen betrifft.

Von solchen Antholysen verdient zunächst jene hervorgehoben zu werden, welche in den Blüten des Sonnentaues (Drosera) beobachtet wurde. An den ungelösten Blüten dieser Pflanze entspringen die Samenanlagen an der Innenfläche der zu einem Gehäuse zusammenschließenden Fruchtblätter, dagegen zeigen die getrennten Fruchtblätter gelöster Blüten an der Innenfläche drüsentragende Borsten von demselben Baue, wie sie bei dem Sonnentau an den Laubblättern vorkommen (s. Abbildung, S. 78, Fig. 6). An manchen Fruchtblättern sind diese drüsentragenden Borsten gruppenweise miteinander verwachsen (Fig. 7); die durch Verwachsung entstandenen Gebilde sind mehr oder weniger gekrümmt und nehmen in allmählichen Übergängen, welche durch die Figuren 8—12 (S. 78) dargestellt sind, die Form umgestürzter Samenanlagen an. Ihrem Ursprunge nach ist demnach bei dem Sonnentau die Hülle des Kernes der Samenanlage nichts andres als eine Gruppe von Blattborsten.

Ganz anders verhält es sich bei dem Rittersporn (Delphinium). Die Figur 4 der Abbildung auf S. 74 zeigt, daß hier die Samenanlagen an den Rändern der Fruchtblätter, welche in der ungelösten Blüte eingerollt und zu einem Gehäuse verwachsen sind, entspringen. An der gelösten Blüte sind die Fruchtblätter offen und an den Rändern zerschnitten (s. Abbildungen, S. 74, Fig. 6, und S. 78, Fig. 13). Sie erinnern lebhaft an jene von Cycas (s. Abbildung, S. 70, Fig. 7) und stimmen mit diesen auch darin überein, daß die fiederförmigen Abschnitte teilweise in Samenanlagen umgewandelt sind. Nur ist hier der merkwürdige Fall zu verzeichnen, daß sich die Spitze der Blattabschnitte in der durch die Figuren 14 und 15 (S. 78) dargestellten Weise einrollt, so daß dadurch eine grubenförmige Aushöhlung entsteht. Es wird demnach bei dem Rittersporn die Hülle des Kernes der Samenanlagen durch die eingerollten fiederförmigen Abschnitte des Fruchtblattes gebildet. Wieder anders stellt sich die Sache bei dem Klee (Trifolium), von welchem eine Antholyse durch die Figur 16 in der Abbildung auf S. 78 dargestellt ist. Die kugeligen oder ellipsoidischen Samenanlagen, welche in dem geschlossenen Fruchtknoten den Rändern des eingerollten Fruchtblattes aufsitzen, sind hier an dem offenen Fruchtblatte durch flache, blattartige grüne Gebilde vertreten und präsentieren sich als kleine Fiederblättchen (s. Abbildung, S. 78, Fig. 16, 17). Diese Blättchen sind aber weder eingerollt noch zusammengefaltet, sondern es erhebt sich von der Fläche derselben der Kern der Samenanlage oder, besser gesagt, ein Gewebekörper, welcher dem Kerne entspricht, und überdies ein denselben umgebender Wall (s. Abbildung, S. 78, Fig. 18—21). Der Ringwall ist hier als innere Kernhülle aufzufassen, während die äußere Kernhülle durch ein Fiederblättchen vertreten ist. Die Vergrünung der Samenanlagen in dem Fruchtknotengehäuse der Salweide (Salix Caprea; S. 78, Fig. 29) zeigt ähnliche Verhältnisse, nur ist hier das grüne Blättchen, von dessen Fläche der Kern der Samenanlage

entspringt, längs der Mittelrippe zusammengefaltet und am Rande gelappt und zerschlitzt (s. Abbildung, S. 78, Fig. 30). Von besonderm Interesse ist auch die durch die Figuren 24—28 in der Abbildung auf S. 78 dargestellte Antholyse und Vergrünung der auf den Schutthalden der Kalkalpen ungemein häufigen Ampferart **Rumex scutatus**. Das eiförmige Fruchtknotengehäuse, welches in der unveränderten Blüte (s. Fig. 22 und 23, S. 78) aus drei an den Rändern verwachsenen Fruchtblättern gebildet ist, hat sich in der Antholyse 6—10fach vergrößert und zu einer nach oben erweiterten Röhre oder einem förmlichen Trichter umgestaltet (s. Fig. 24—27, S. 78); die Samenanlage im Grunde dieses Gehäuses ist dagegen in eine Tüte umgewandelt, welche in manchen Fällen über das trichterförmige Fruchtknotengehäuse hinausragt, wie z. B. in der Figur 24, in andern Fällen dagegen im Grunde des Fruchtknotengehäuses geborgen bleibt, wie in Fig. 27. Von der Innenfläche dieser Tüte erhebt sich eine Warze, welche als Äquivalent des Kernes der Samenanlage zu gelten hat. Bisweilen entspringt diese Warze in dem erweiterten Teile der Tüte (Fig. 25), noch häufiger aber kommt es vor, daß sie im verengerten Grunde der Tüte von der Innenwand sich als zapfenförmiger Gewebekörper erhebt und mit einem Ringwalle umgibt (Fig. 28). Dieser Ringwall entspricht dann der innern, das tütenförmige Blatt aber der äußern Decke des Kernes der Samenanlage.

Aus diesen Antholysen ergibt sich, daß dort, wo der Kern der Samenanlage zwei Hüllen besitzt, die untere, beziehentlich äußere Hülle bald nur dem Abschnitte, bald wieder dem ganzen Spreitenteile eines Fruchtblattes entspricht, letzteres natürlich nur dann, wenn Fruchtblätter von zweierlei Art vorhanden sind, und wenn über den untern, der Samenanlagen entbehrenden Fruchtblättern nur ein einziges oberes Fruchtblatt vom Scheitel des Blütenbodens entspringt. Die obere, beziehentlich innere Hülle des Kernes der Samenanlage erhebt sich als Ringwall ähnlich wie eine Nebenkrone von der Fläche der blattartigen äußern Hülle. Wo nur eine einfache Hülle des Kernes an der Samenanlage ausgebildet ist, erscheint diese entweder durch Verwachsung von Blattborsten entstanden, oder sie geht gleich dem umhüllten Kerne selbst aus einer sich mannigfach fächernden Oberhautzelle hervor.

Der Kern der Samenanlage entsteht in manchen Fällen, wie z. B. bei den Orchideen, inmitten des aus einer Oberhautzelle durch Fächerung entstandenen Gewebekörpers, in den meisten andern Fällen aber am Rande oder auf der Fläche eines Blattes oder Blattabschnittes und macht anfänglich ganz und gar den Eindruck einer blattständigen Knospe.

Ob sich derselbe auch unmittelbar an dem Blütenboden entwickeln kann, ist zwar mit Sicherheit nicht nachgewiesen, aber für mehrere Pflanzengruppen, so namentlich für die Pfefferarten, nicht unwahrscheinlich. Es ist kein Grund einzusehen, warum es sich mit den Samenanlagen anders verhalten sollte als mit den knospenartigen Ablegern, welche ja auch bald blattständig, bald stammständig angetroffen werden. Die große Analogie der zu Samen werdenden Samenanlagen mit den zu Ablegern werdenden Knospen tritt allerwärts hervor, vielfach findet sogar eine direkte Stellvertretung statt, und in früherer Zeit wurden auch die Samenanlagen von den Botanikern geradezu Samenknospen genannt. Später hat man, wie schon auf S. 67 erwähnt wurde, den Namen Samenknospen ausgemerzt und behauptet, die Samenanlagen seien keine Knospen. Es war das eine jener unglückseligen gelehrten Streitfragen, bei denen es sich eigentlich mehr um die Bedeutung des Wortes als um die Sache selbst handelte, und bei deren Lösung die Schriftgelehrten nicht aus den ermittelten Thatsachen die „Gesetze“ ableiteten, sondern umgekehrt ein auf naturphilosophische Spekulationen gegründetes Gesetz im voraus feststellten, die ermittelten Thatsachen diesen Spekulationen anzupassen suchten und, wenn das unmöglich war, die nicht passenden

Thatsachen als Ausnahmen von der Regel erklärten, als ob es in der Natur Ausnahmen wie bei menschlichen Satzungen geben würde. Man muß sich bei Erörterung der hier berührten Frage immer und immer wieder gegenwärtig halten, daß die ersten Ausgangspunkte für die Ableger und für die Früchte, beziehentlich Samen nicht wesentlich verschieden sind. Gleichwie die Anlage einer wurzelständigen, stammständigen oder blattständigen, zum Ableger werdenden Knospe nimmt auch die dem Kerne der Samenanlage entsprechende Zellengruppe ihren Ursprung aus einer Zelle, gleich der Anlage eines knospenförmigen Ablegers ist diese Zellengruppe anfänglich nicht gegliedert und hat zunächst das Ansehen einer Warze oder eines Knöllchens, erst später formt und gestaltet sie sich, und aus einer ihrer Zellen, nämlich aus der Keimzelle, entwickelt sich der Keimling mit Stamm und Blättern.

Sehr lehrreich ist in dieser Beziehung der Vergleich der Samenanlagen im Fruchtknoten mit den blattständigen Knospen auf dem Laube einiger Orchideen. An der auf S. 39, Fig. 5 abgebildeten **Malaxis** sind die blattständigen Knospen zum Teile an der obern Blattfläche, zum Teile an den Rändern ausgebildet und machen in letzterm Falle den Eindruck kurzer Wimperhaare. Sie bestehen aus einem zentralen Kerne und einem umhüllenden großzelligen Sacke, welch letzterer am Scheitel der Knospe eingedrückt und fast wie eine Mikropyle gestaltet ist, so daß der ganze Gewebekörper lebhaft an eine Samenanlage erinnert (vgl. Fig. 6, S. 39 mit Fig. 2, S. 78). Insbesondere ist die Ähnlichkeit dieser blattständigen Knospenanlagen mit den Samenanlagen im Fruchtknoten von **Malaxis** sehr auffallend, und wer nicht wüßte, daß diese Gebilde von einem grünen Laubblatte entsprungen sind, würde sie unbedingt für Samenanlagen halten müssen. Erst später stellt sich ein Unterschied zwischen beiden insofern heraus, daß der aus dem Keimbläschen im obern Teile des Keimsackes entstandene Keimling eine neue selbständige Achse erhält, während der Sproß, welcher aus der Knospe emporwächst, nur als Abzweigung von der Mutterpflanze aufgefaßt werden kann. Das ist gewiß sehr merkwürdig und schon darum wichtig, weil es für die große Mehrzahl der Fälle Gültigkeit hat; aber durchgreifend ist auch dieser Unterschied nicht. Die durch Parthenogenesis entstandenen Ableger, auf welche später noch ausführlicher die Rede kommen wird, haben nicht nur die Gestalt des Keimlings, sondern auch die Lage desselben gegen die Mikropyle, und wäre es nicht bekannt, daß das Achenium des **Gnaphalium alpinum** mit der in seinem Innern geborgenen Anlage eines neuen Pflanzenstockes ohne Einflußnahme des Pollens, also ohne Befruchtung, sich gebildet hat, aus dem fertigen Zustande würde es nicht zu erkennen sein!

Aus dem allen geht aber hervor, daß die Grenzen zwischen Knospe und Samenanlage, Ableger und Frucht nicht auf die Verhältnisse der Gestalt begründet werden können, und daß bisweilen Ableger und Früchte denselben Ausgangspunkt haben, — Thatsachen, welche von großer Wichtigkeit sind, wenn die Frage nach der Bedeutung der Befruchtung für das Entstehen neuer Arten gelöst werden soll.

Die Pollenblätter.

Auf den kürzlich vom Schnee befreiten Gefilden erheben die Schneeglöckchen ihre weißen Blumen, die Blütenkätzchen der Weiden haben die Knospenhülle gesprengt, und am Waldrande, wo die Märzensonne ihre wärmenden Strahlen hinsendet, hat der Haselstrauch zu blühen begonnen. „Die Hasel stäubt.“ Wer hörte sie nicht gern, die frohe Botschaft, und wer freute sich nicht des ersten Zeichens, daß der lange Winter endlich dem Frühlinge das Feld geräumt! Sowohl die Blüten der Schneeglöckchen als jene der Hasel waren schon geraume Zeit vorbereitet; erstere unter der Erde verborgen und in Blattscheiben eingehüllt, letztere an den sparrigen Zweigen des Strauches in Gestalt von kurzen, cylindrischen

gelblichgrauen Kätzchen. Nun der Frühling gekommen, strecken sich die Kätzchen in die Länge, die kleinen, bisher dicht zusammengedrängten Blüten rücken auseinander, die sie tragende starre Spindel wird weich und biegsam, die Kätzchen hängen als lange gelbe Trobbeln von den Zweigen herab, schwanken und pendeln im Winde, und nun sieht man auch die Staubwölkchen emporwirbeln, welche zu dem erlösenden Frühlingsrufe „die Hasel stäubt“ Veranlassung gegeben haben.

In zutreffender Weise hat der Volksmund diesen aus den Blüten ausfallenden Staub, von dem längst bekannt ist, daß er mit der Befruchtung der Pflanzen im Zusammenhange steht, **Blütenstaub** genannt. Leider wurde diese für gewisse Fälle so zutreffende Bezeichnung von seiten der Botaniker auch für Gebilde in Anwendung gebracht, welche zwar in betreff der Funktion mit dem Blütenstaube der Hasel übereinkommen, in ihrem äußern Ansehen aber von diesem sehr verschieden sind. Dieselben Zellen, welche aus der Haselblüte in Form von Staub zum Vorscheine kommen, erscheinen nämlich bei andern Pflanzen als schmierige, klebrige Klümpchen, als keulenförmige Körper oder als krümelige Massen, und auf diese will nun der Name Staub ganz und gar nicht mehr passen. Wären es nur einige wenige Arten, deren Blüten nicht stäuben, so könnte man sich ohne weitere Bemerkung darüber hinaussetzen, aber thatsächlich gehören hierher die umfangreichsten aller Pflanzenfamilien, nicht weniger als 10,000 Korbblütler, 8000 Orchideen, 5000 Labiatifloren, 4000 Rubiaceen 3000 Schmetterlingsblütler, Tausende von Doldenpflanzen, Steinbrechen, Rosaceen, Schotengewächsen u. s. f., und auf Grund einer übersichtlichen Schätzung ergibt sich, daß die Blüten von weit mehr als zwei Dritteilen der Phanerogamen nicht stäuben, und daß höchstens der achte Teil einen Blütenstaub entwickelt, welcher auf diesen Namen wirklich Anspruch machen könnte. Es wurde aus diesem Grunde von den Botanikern statt Blütenstaub die Bezeichnung **Pollen** eingeführt. Freilich bedeutet das lateinische pollen auch nichts andres als feines Mehl und Mehlstaub, aber in die botanische Kunstsprache einmal aufgenommen und auf alle in den Blüten der Phanerogamen entwickelten Zellen, welche Spermatoplasma enthalten, bezogen, kann dieser Ausdruck nicht mehr umgangen werden und soll auch im folgenden in dem angedeuteten Sinne in Anwendung gebracht werden.

Der Pollen besteht also aus Zellen, welche Spermatoplasma enthalten, und ist insofern den Antheridien der Kryptogamen an die Seite zu stellen. Zur Erzeugung des Pollens sind scharf abgegrenzte Teile in dem Gewebe besonderer, von dem Hochblattstamme ausladender Blätter bestimmt. Diese Blätter, welche **Pollenblätter** (stamina) genannt werden, sind ähnlich den andern vom Hochblattstamme ausgehenden Blattgebilden entweder paarweise gegenübergestellt oder zu mehreren in Form eines Wirtels gruppiert oder endlich in sehr genäherten Schraubenumgängen aneinander gereiht. Sehr wenige Pflanzenarten zeigen nur ein einziges Pollenblatt in jeder Blüte. Die Mehrzahl der Pollenblätter ordnet sich nur in einen einzigen Wirtel oder einen einzigen Schraubenumgang; es kommt aber auch vor, daß die Pollenblätter dekussiert gestellt sind, oder daß zwei oder mehrere Cyklen übereinander folgen. Gewöhnlich trifft man die Pollenblätter in der Eindrittel- oder Zweifünftelstellung (s. Band I, S. 370, 371). In manchen Fällen stimmt ihre Zahl und Stellung mit jener der Fruchtblätter und Blumenblätter in derselben Blüte überein, aber noch häufiger wird ein Umspringen beobachtet. So z. B. zeigen die Blumenblätter in den Blüten des Tulpenbaumes (Liriodendron) die Eindrittelstellung, während die Pollenblätter nach der Formel $^{13}/_{34}$ angeordnet sind. An der Blüte des Hahnenfußes (Ranunculus) sind die Blumenblätter nach $^{2}/_{5}$, die Pollenblätter nach $^{8}/_{21}$, bei dem Knöterich die Blumenblätter nach $^{2}/_{5}$, die Pollenblätter nach $^{3}/_{8}$ angeordnet.

Da in den Blüten jeder Art die Zahl der Pollenblätter gleichbleibt, so zwar, daß z. B. in den Blüten des Tannenwedels nur 1, in jenen des Flieders immer 2, in jenen der

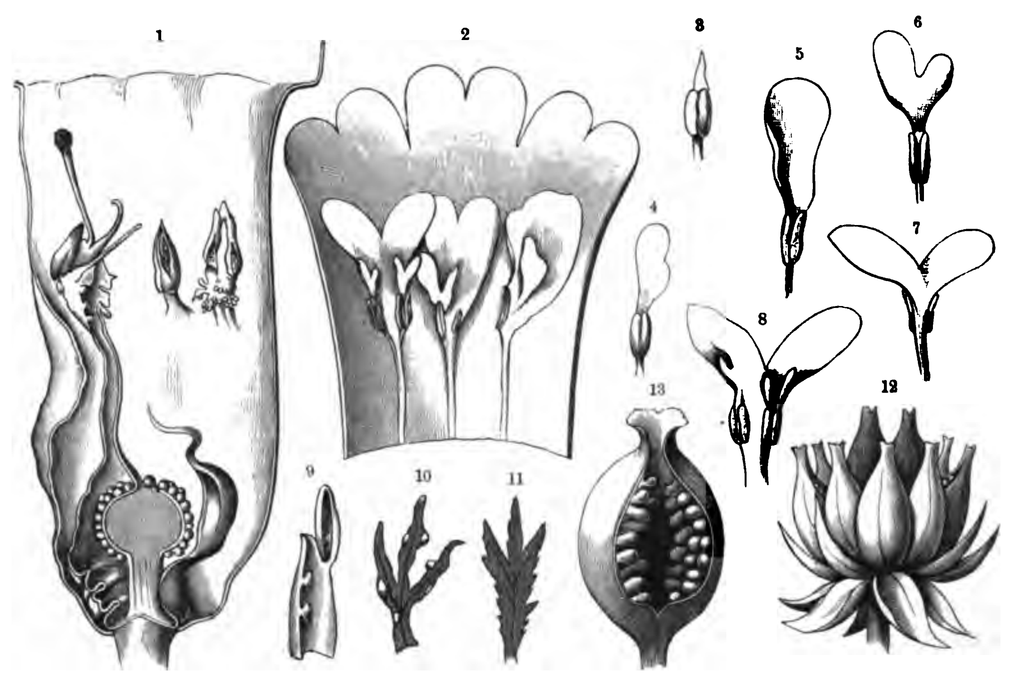
Schwertlilie 3, in jenen des Waldmeisters 4, in jenen des Veilchens 5 und in jenen der Tulpe 6 Pollenblätter sich entwickeln, so wurden diese Zahlenverhältnisse als Grundlage einer wenn auch nicht gerade natürlichen, aber doch äußerst bequemen und daher sehr populär gewordenen Einteilung des Pflanzenreichs benutzt. Insbesondere in dem von Linné erdachten System finden sich die Pflanzen in Gruppen zusammengestellt, welche Klassen genannt wurden, und von welchen die erste alle jene Pflanzen begreift, die in jeder Blüte nur ein einziges Pollenblatt zeigen, während die zweite Gruppe die Gewächse umfaßt, deren Blüten mit 2, die dritte, deren Blüten mit 3 u. s. f. Pollenblättern ausgestattet sind.

Der Inbegriff sämtlicher einer Blüte angehörender Pollenblätter wird Andröceum genannt. In den meisten Fällen schiebt sich das Andröceum zwischen die Blumenblätter und die Fruchtanlage ein, so zwar, daß in der Reihenfolge von unten nach oben zuerst die Blumenblätter, dann die Pollenblätter und schließlich die Fruchtblätter vom Hochblattstamme ausladen. Bisweilen fehlt in einer Blüte die Fruchtanlage ganz, und es erscheinen dann die Pollenblätter als die obersten und letzten Blätter am Scheitel des blütentragenden Stammes, so wie es anderseits auch Blüten gibt, in welchen die Pollenblätter fehlen, und wo nur Fruchtanlagen zur Ausbildung gekommen sind.

An jedem Pollenblatte unterscheidet man die Anthere (anthera) als eigentliche Bildungsstätte des Pollens und den Träger oder Stiel dieser Anthere, welcher Staubfaden (filamentum) genannt wird. In manchen Blüten sind die Pollenblätter teilweise in Blumenblätter metamorphosiert, und es sprechen manche Gründe dafür, daß überhaupt alle Blumenblätter als umgewandelte Pollenblätter gedeutet werden sollten. Die sogenannten gefüllten Blüten sind eigentlich nichts andres als Blüten, in welchen Pollenblätter in Blumenblätter umgewandelt wurden. An den gefüllten Rosen, Nelken und Primeln kann man alle Übergangsstufen und Mittelformen von Pollenblättern zu Blumenblättern sehen (s. Abbildung, S. 84, Fig. 3, 4, 5, 6, 7). Häufig bemerkt man an der Stelle, wo das Blumenblatt in den sogenannten Nagel zusammengezogen ist, eine Schwiele von gelblicher Farbe, welche als verkümmerte Anthere zu gelten hat, nicht selten ist dort auch eine deutliche Anthere zu sehen, welche ausgebildeten Pollen enthält. Eine bei diesen gefüllten Blüten oftmals beobachtete Erscheinung ist auch, daß mit der Umwandlung der Pollenblätter in Blumenblätter eine Vervielfältigung der Blattgebilde Hand in Hand geht. An Stelle eines Pollenblattes treten zwei nebeneinander stehende, halb in Blumenblätter umgewandelte Pollenblätter auf, oder es findet eine Vervielfältigung in der Weise statt, daß überzählige hintereinander stehende Blätter entstehen, oder endlich es kommen beide Erscheinungen zugleich vor, wie an den Abbildungen einer gefüllten Primel in Fig. 2 und 8 auf S. 84 zu sehen ist.

Durch den Einfluß schmarotzender Milben und Insekten erhalten die Pollenblätter häufig auch ein laubartiges Ansehen, sie „vergrünen", ähnlich wie die Fruchtblätter, von welchen auf S. 76 die Rede war. Solche Vergrünungen sind mit Erfolg ausgenutzt worden, wenn es sich darum handelte, die einzelnen Teile eines Pollenblattes mit den einzelnen Teilen eines als Grundform aller Blattbildungen angenommenen Laubblattes zu vergleichen. Beim ersten Anblicke möchte man glauben, daß der Staubfaden als metamorphosierter Blattstiel und die Anthere als metamorphosierte Blattspreite aufzufassen seien. Die erwähnten Vergrünungen haben aber gezeigt, daß eine solche Annahme nur für verhältnismäßig wenige Fälle zutrifft. An den vergrünten Pollenblättern einer Glockenblume (Campanula Trachelium), welche in Fig. 10 und 11 auf S. 84 abgebildet sind, waren allerdings in das grüne Gewebe der Blattspreite allenthalben gelbe Buckel und Warzen eingeschaltet, welche verkümmerte Pollenzellen enthielten, und bisweilen flossen diese Wulstungen auch zu einer förmlichen Antherenhälfte zusammen, so daß darüber kein Zweifel bestehen konnte, die Anthere sei in diesem Falle als Äquivalent einer grünen

Laubblattspreite aufzufassen. Aber weit öfter kommt es vor, daß an den vergrünten Pollenblättern das pollenerzeugende Gewebe nur an der Basis der Blattspreite angedeutet ist, und am häufigsten findet sich dasselbe am obern Ende des Blattstieles, dicht unterhalb der Blattspreite entwickelt. Aus diesen thatsächlich beobachteten Vergrünungen mag man den Schluß ziehen, daß in der weitaus größten Mehrzahl der Fälle die **Antheren nicht der ganzen Blattspreite, sondern nur der Basis derselben oder dem obersten Teile des Blattstieles, also dem Grenzgebiete von Stiel und Spreite, entsprechen**, daß sich dort rechts und links von jenem Stranggebilde, das die Grundlage des ganzen Pollenblattes darstellt, jene Gewebe entwickeln, in welchen der Pollen erzeugt wird. Die



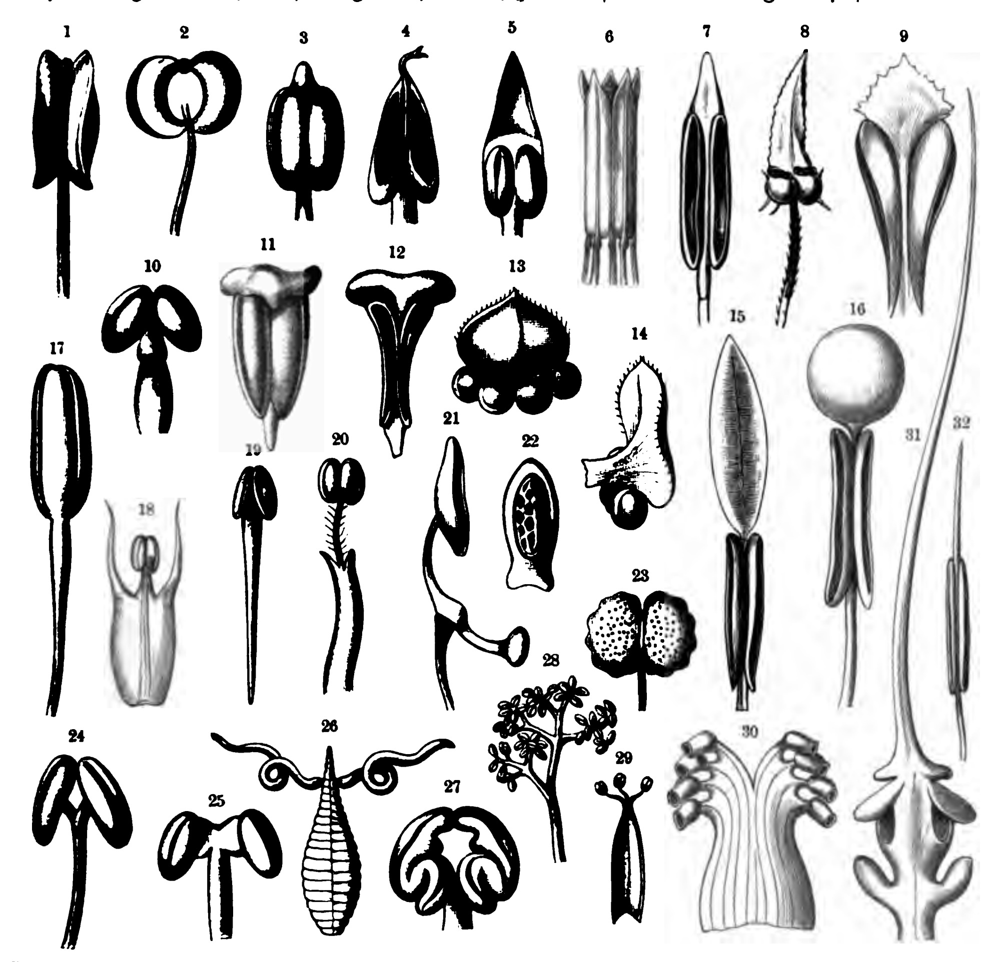
Pollenblätter aus gefüllten und vergrünten Blüten: 1. Längsschnitt durch eine vergrünte Blüte der Primula Japonica. — 2. Längsschnitt durch eine gefüllte Blüte der Primula spectabilis. — 3—8. Einzelne Pollenblätter aus derselben Blüte. — 9. Pollenblatt aus einer vergrünten Blüte der Tigerlilie (Lilium tigrinum). — 10. 11. Vergrünte Pollenblätter aus den Blüten einer Glockenblume (Campanula Trachelium). — 12. Vergrünte Blüte eines Steinbrechs (Saxifraga stellaris). — 13. Ein einzelnes Pollenblatt aus dieser vergrünten Blüte. — Sämtliche Figuren 3—10fach vergrößert. Vgl. Text, S. 83 und 86

Blattspreite ist an solchen Pollenblättern entweder ganz verkümmert, oder sie erscheint in einen über das pollenbildende Gewebe hinausragenden Fortsatz metamorphosiert.

Aus der unabsehbaren Reihe von Formen dieses Fortsatzes sollen hier nur einige wenige hervorgehoben und durch die Abbildung auf S. 85 erläutert werden. Die Figuren 1 und 2 zeigen die Blattspreite in ein Knöpfchen, die Figur 3 in einen kurzen Zapfen, Fig. 4 in eine zweizinkige Gabel, Fig. 5, 6 und 7 in ein gerades, dreieckiges, ganzrandiges Schüppchen, Fig. 8 in einen gezahnten schwertförmigen Fortsatz, Fig. 9, 11, 12, 13, 14 in eine aufgebogene trockenhäutige Schuppe, Fig. 15 und 16 in eine buntgefärbte, die Insekten anlockende Blase und Fig. 31 und 32 in eine lange, pfriemenförmige Granne umgewandelt.

Daß der Träger der Anthere oder doch der untere Teil derselben als Stiel des Pollenblattes zu deuten sei, ist so selbstverständlich, daß es überflüssig wäre, eine Bestätigung und Bekräftigung dieser Deutung aus Vergrünungen herbeizuholen. Der für

den Antherenträger gewählte alte Name Staubfaden erklärt sich daraus, daß wirklich in vielen Fällen, namentlich bei den von jeher mit besonderer Sorgfalt studierten Kulturpflanzen, bei dem Hanf und Hopfen, Roggen und Weizen, Reis und Mais, Mohn und Lein, der Antherenträger eine fadenförmige Gestalt besitzt. Auf viele andre Fälle paßt der Name



Pollenblätter: 1. Empleurum serrulatum. — 2. Hypericum Olympicum. — 3. Juglans regia. — 4. Soldanella alpina. — 5. Viola odorata. — 6, 7. Artemisia Absynthium. — 8. Haminia (nach Baillon). — 9. Abies excelsa. — 10. Euphorbia Canariensis. — 11, 12. Platanus orientalis. — 13, 14. Juniperus Sabina. — 15. Halimocnemis gibbosa. — 16. Halantium Kulpianum. — 17. Sanguinaria Canadensis. — 18. Allium sphaerocephalum. — 19. Actaea spicata. — 20. Aconitum Napellus. — 21. Salvia officinalis. — 22. Viscum album. — 23. Mirabilis Jalappa. — 24. Tilia ulmifolia. — 25. Thymus Serpyllum. — 26. Acalypha (nach Baillon). — 27. Bryonia dioica. — 28. Ricinus communis. — 29. Corydalis capnoides. — 30. Polygala amara. — 31. Doryphora (nach Baillon). — 32. Paris quadrifolia. — Sämtliche Figuren etwas vergrößert. Vgl. Text, S. 84, 86, 87 und 88.

Faden freilich nicht, und es hört sich seltsam an, wenn der kurze, dicke Untersatz der Antheren in den Blüten des Veilchens und der Zaunrübe (s. obenstehende Abbildung, Fig. 5 und 27) Faden genannt wird. Mitunter haben die Träger der Antheren auch die Gestalt von Bändern, oder sie sind spindelförmig und keulenförmig, welch letztere Form insbesondere dort beobachtet wird, wo die Pollenblätter zur Zeit der Ausstreuung des Pollens durch die leiseste Luftströmung in schwingende oder zitternde Bewegung versetzt werden sollen, wie z. B. bei Thalictrum aquilegifolium, Bocconia, Sanguinaria und Actaea spicata (s. obenstehende Abbildung, Fig. 17 und 19). Ähnlich den Laubblättern des Zitronenbaumes, deren Stiele

eigentümliche Gelenke aufweisen, sind auch die Antherenträger vieler Wolfsmilcharten und Lippenblütler mit Gelenken versehen (s. Fig. 10 und 21, S. 85). An mehreren Salbeiarten zeigen diese Gelenke eine wunderbare Vollkommenheit, erinnern lebhaft an die Gelenke der Füße und Fühler von Insekten und werden in ihrer Bedeutung für die Befruchtung später noch ausführlicher zu besprechen sein. An den Linden sieht man die fadenförmigen Träger dicht unter der Anthere gegabelt (s. Fig. 24, S. 85), bei den Lerchenspornen sind die Antherenträger bandartig und vorn in drei kurze Spitzen geteilt (s. Fig. 29, S. 85), und bei dem Rizinus und mehreren andern Wolfsmilchgewächsen erscheinen sie vielfach gespalten und verästelt (s. Fig. 28, S. 85). Diese **geteilten** dürfen übrigens nicht mit den **zusammengewachsenen** verwechselt werden; denn auch das kommt vor, daß die Antherenträger benachbarter Pollenblätter sich zu einem Bande, einer Röhre oder einer Rinne miteinander verbinden, wie beispielsweise bei den Malven, den Schmetterlingsblütlern und den Polygaleen (s. Fig. 30, S. 85).

Bei den Laubblättern findet man am Scheidenteile des Stieles sehr oft eigentümliche Gebilde, die sogenannten Nebenblättchen (stipulae; s. Band I, S. 556). Diese werden an den Pollenblättern nur selten angetroffen. Am auffallendsten treten sie noch bei einigen Arten der Gattung Milchstern (z. B. Ornithogalum nutans und chloranthum), Lauch (z. B. Allium rotundum und sphaerocephalum) und Eisenhut (Aconitum) in Erscheinung (s. Fig. 18 und 20, S. 85). Manchmal, wie z. B. bei Doryphora, sind die Nebenblättchen an der Basis der Staubfäden auch als honigabsondernde Drüsen ausgebildet (s. Fig. 31, S. 85).

In den schon früher erwähnten Vergrünungen der Blüten kommt es mitunter vor, daß die Pollenblätter in Fruchtblätter umgewandelt erscheinen, oder daß sich in denselben einzelne Blätter finden, welche halb Pollenblatt, halb Fruchtblatt sind. An solchen Mißbildungen ist bemerkenswert, daß die Anthere oder doch jene Schwiele, welche als verkümmerte Anthere gedeutet werden muß, gewöhnlich höher steht als der Teil des Fruchtblattes, welcher die Samenanlagen trägt (s. Abbildung, S. 84, Fig. 1 und 9). Es stimmt das auch ganz gut mit zahlreichen andern Erscheinungen überein, aus welchen man zu der Annahme berechtigt ist, daß das Gehäuse des Fruchtknotens eigentlich aus dem Scheidenteile der obersten Blütenblätter hervorgeht, daß der Griffel dem Blattstiele entspricht, und daß die Narbe als umgewandelte Spreite dieser obersten Blütenblätter, beziehentlich Fruchtblätter zu deuten sei. Übrigens zeigte die Vergrünung der Blüte eines Steinbrechs (Saxifraga stellaris), welche in der Abbildung auf S. 84 durch die Figuren 12 und 13 dargestellt ist, daß Antheren und Samenanlagen auch aus demselben Teile des Blattstieles hervorgehen können. Es waren an dieser Blüte (Fig. 12) 10 Blumenblätter (5 herabgeschlagene Kelchblätter und 5 schmale, aufrechte vergrünte Kronenblätter) entwickelt; den Abschluß der Blüte bildete eine Fruchtanlage aus 2 Fruchtblättern (in der Fig. 12 dunkel schraffiert), wie sie in den Steinbrechblüten gewöhnlich vorkommt. Zwischen den Blumenblättern und der Fruchtanlage waren an jener Stelle, wo sonst zehn Pollenblätter einen Wirtel bilden, zehn Gebilde zu sehen, welche in gewisser Beziehung an Pollenblätter, in andrer Beziehung wieder an Fruchtblätter mahnten, auch lebhaft an die durch ihre ausgehöhlten Stiele berühmten Blätter der tierfangenden Cephalotus, Sarracenia und Nepenthes (s. Band I, S. 116—124) erinnerten. Ein einzelnes derselben ist durch die Figur 13 abgebildet. Das freie Ende wurde durch eine unregelmäßig gekerbte Schuppe gebildet, welche mit der Narbe eines Stempels oder ebensogut mit dem über die Anthere sich erhebenden Fortsatze verglichen werden kann und als metamorphosierte Blattspreite zu nehmen ist. Was darunter folgt, kann wohl nur als Blattstiel aufgefaßt werden; derselbe war tief ausgehöhlt, und in der Höhlung waren rechts und links in je vier Reihen gelbe warzenförmige Körper zu sehen, welche man beim ersten

Anblicke für Samenanlagen hätte halten mögen, die sich aber bei näherer Untersuchung als sogenannte Urmutterzellen des Pollens herausstellten, indem jede derselben aus einer großen Zelle bestand, welche vier Mutterzellen des Pollens einschloß. Der Blattstiel war also hier in einen Mittelschlag aus Fruchtknoten und Anthere metamorphosiert, und man kann daraus den Schluß ziehen, daß in manchen Fällen der mit Samenanlagen besetzte Teil des Fruchtblattes dem pollenbildenden Gewebe in betreff der Stellung und Lage in dem Gebäude der Blüte vollständig entspricht.

Die Teile der Anthere, welche in besondern Hohlräumen den Pollen bergen, werden **Pollenbehälter**, das Gewebe, welches die Pollenbehälter verbindet, wird **Konnektiv** genannt. Das Konnektiv ist selbstverständlich die unmittelbare Fortsetzung des Antherenträgers oder Staubfadens und wie dieser von einem Gefäßbündel durchzogen. Die Pollenbehälter sind entweder wirtelförmig um das Konnektiv gruppiert, wie bei der Eibe, und bilden dann gewissermaßen Nischen rings um das säulenförmige, am freien Ende in eine Art Schildchen übergehende Konnektiv, oder sie erscheinen symmetrisch rechts und links dem Konnektiv angelagert. In letzterm Falle liegen die Pollenbehälter am Saume des Konnektivs in einer Ebene nebeneinander, wie z. B. bei dem Wacholder (s. Abbildung, S. 85, Fig. 13 und 14), oder sie erscheinen paarweise hintereinander, d. h. es sind zwei Pollenbehälter, von welchen der eine der obern, der andre der untern Seite des Pollenblattes zusieht, rechts und zwei ebensolche links am Konnektiv entwickelt (s. Abbildung, S. 85, Fig. 3). Die letztere Form ist die häufigste von allen und kommt gewiß an 90 Prozent aller Phanerogamen vor. Hierzu muß noch bemerkt werden, daß die beiden Pollenbehälter rechts sowie jene links nur an der jugendlichen Anthere durch eine Scheidewand getrennt sind; später schwindet die Scheidewand, und an der ausgewachsenen Anthere sieht man dann statt vier nur noch zwei durch das Konnektiv zusammengehaltene, mit Pollen erfüllte Säcke. Mitunter stoßen vier Pollenbehälter oberhalb des Konnektivs zusammen, es schwinden dort die trennenden Scheidewände, und die vier Pollenbehälter sind zu einem einzigen zusammengeflossen, wie das bei dem Sonnentau (Drosera), dem Bisamkraute (Adoxa), dem Fichtenspargel (Monotropa) und besonders augenfällig bei der Kugelblume (Globularia) zu sehen ist (s. Abbildung, S. 89, Fig. 27 und 28). Bei den Orchideen dagegen ist die Zahl der Pollenbehälter in jeder Anthere von Anfang an auf zwei reduziert und bleibt auch später auf diese Zahl beschränkt.

Sehr eigentümlich gestalten sich die Pollenbehälter in den Antheren der Mimoseen. Bei **Acacia, Albizzia, Calliandra** und **Inga** findet man in jeder Anthere acht rundliche Fächer, in welchen der Pollen ausgebildet wird, und in den Antheren der Gattung **Parkia** sind Längsreihen linsenförmiger Hohlräume ausgebildet, in welchen Ballen aus Pollenzellen eingebettet liegen. Auch die Antheren der Rhizophoren zeigen in Längsreihen geordnete, mit Pollen erfüllte Kammern, und zwar sind hier mehrere, jedenfalls mehr als vier Längsreihen und alles zusammengenommen bisweilen über 30 Kammern zu sehen. Die mit den Blumenblättern verschmolzenen Antheren der Mistel (Viscum, Fig. 22, S. 85) enthalten sogar je 40—50 Pollenkammern. Bei den meisten lorbeerartigen Gewächsen (Lauraceen) kommt es vor, daß jede Anthere in vier Fächer geteilt ist, und daß diese paarweise übereinander stehen. Gewöhnlich öffnen sich alle vier Fächer gegen jene Seite zu, wo die Insekten in den Blütengrund einfahren, wenn sie dort Honig gewinnen wollen. Man hat diese Anordnung der Fächer auf Verschiebung zurückzuführen gesucht und angenommen, daß hier die sonst gegen den Mittelpunkt der Blüte sehenden zwei Antherenfächer nach oben und außen gedrängt wurden, so daß sie über die beiden gegen die Peripherie der Blüte sehenden Fächer zu stehen kommen und sich gleich diesen nach außen öffnen, eine Annahme, welche aber entwickelungsgeschichtlich nicht begründet ist, da die besagte Anordnung schon in den frühsten Jugendzuständen der betreffenden Antheren beobachtet wird.

Eine große Abwechselung in der Gestalt der Anthere wird durch das verschiedene **Größenverhältnis des Konnektivs und der von dem Konnektiv getragenen Pollenbehälter** bedingt. An den meisten Ranunkulaceen, Magnoliaceen, Seerosen und mohnartigen Gewächsen ist das Konnektiv sehr breit, und die Pollenbehälter bilden nur einen schmalen Saum oder Rahmen desselben (s. Fig. 17, S. 85). An dem Schildkraute (**Scutellaria**), dem Bergthymian (**Calamintha**), dem Thymian (**Thymus**; s. Fig. 25, S. 85) und zahlreichen andern Lippenblütlern, ebenso an vielen Rosaceen (**Rosa, Agrimonia** ꝛc.) erscheint das Konnektiv als ein massiver dreieckiger, viereckiger oder sechseckiger Gewebekörper, welchem die eiförmigen oder kugeligen Pollenbehälter eingefügt sind, und solche Antheren gleichen dann manchmal einem Insektenkopfe mit zwei seitlichen Augen. In manchen Fällen kann eine Grenze zwischen Konnektiv und Antherenträger überhaupt nicht gezogen werden; das ganze Pollenblatt erscheint als eine kurze, dicke Säule oder präsentiert sich wie ein Amboß, dessen Masse nischenförmige mit Pollen erfüllte Räume enthält (s. Abbildung, S. 89, Fig. 26 und 32).

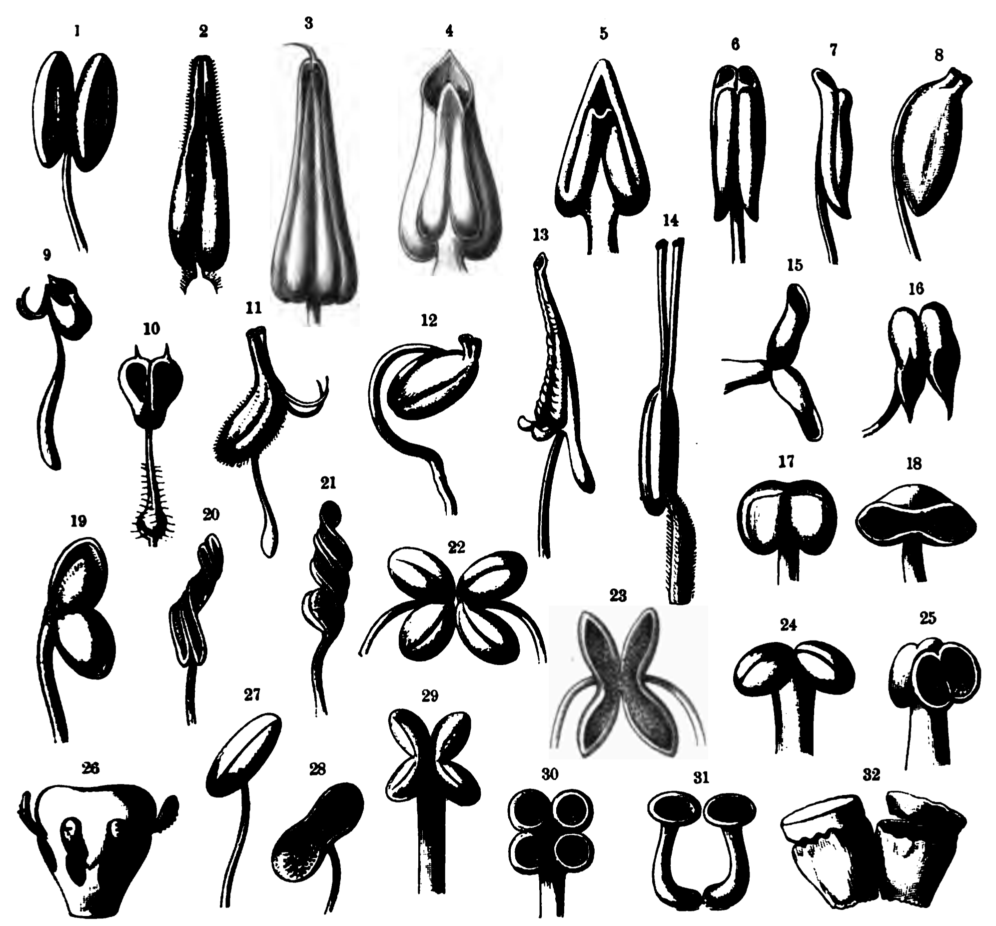
Bisweilen bildet das Konnektiv einen von der kurzen Säule getragenen querlaufenden Hebelarm und ist mit seinem Träger in einer gelenkartigen Verbindung, wie das insbesondere bei den später noch ausführlicher zu behandelnden Salbeiarten der Fall ist. Bei dem schwächsten Anstoße schwanken solche Konnektive wie Wagebalken auf dem Stützpunkte des Gelenkes auf und ab. Auch bei vielen Liliengewächsen, so namentlich bei den Tulpen, Lilien und Kaiserkronen (**Tulipa, Lilium, Fritillaria**), desgleichen bei einigen Gentianen (**Gentiana ciliata, nana** ꝛc.), ist das mit den beiden Pollenbehältern der ganzen Länge nach verwachsene Konnektiv nur an einer sehr beschränkten Stelle mit dem Träger der Anthere gelenkartig verbunden, und wenn man die Anthere anstößt, kann sie leicht in schaukelnde Bewegung versetzt werden. Einen auffallenden Gegensatz bilden die auf einen sehr schmalen, von den großen Pollenbehältern völlig verdeckten Gewebekörper beschränkten Konnektive, für welche als Beispiele **Mirabilis Jalappa** (s. Abbildung, S. 85, Fig. 23) und **Solanum Lycopersicum** (s. Abbildung, S. 89, Fig. 2) genannt werden können.


Bogenförmige Pollenbehälter in der Blüte von Phyllanthus Cyclanthera. Vgl. Text, S. 90.

Daß durch die **Gestalt der Pollenbehälter** auch das Gepräge der Anthere, ja auch des ganzen Pollenblattes wesentlich beeinflußt wird, ist selbstverständlich. Es kommen da alle möglichen Abstufungen von der kugeligen zur eiförmigen und von der eiförmigen zur länglichen und linealen Gestalt vor. Die Abbildungen von 64 verschiedenen Pollenblättern auf S. 85 und 89 geben ein annäherndes Bild von der in dieser Beziehung herrschenden Mannigfaltigkeit. Einen seltsamen Eindruck machen die bogenförmigen Pollenbehälter von **Cyclanthera** (s. obenstehende Abbildung) und die gleich den Hörnern eines Widders gedrehten Pollenbehälter der **Acalypha** (s. Abbildung, S. 85, Fig. 26); ebenso eigentümlich sind die gewundenen Pollenbehälter der kürbisartigen Gewächse, von welchen als Beispiel die Zaunrübe (**Bryonia dioica**) gewählt wurde (s. Abbildung, S. 85, Fig. 27). Es gibt übrigens Kürbisse, an deren Antheren die Pollenbehälter noch weit mehr als an diesem Beispiele hin- und hergewunden sind, so daß sie lebhaft an die Windungen am Großhirne des Menschen erinnern.

Wenn für den Pollen die Zeit zum Verlassen seiner Bildungsstätte gekommen ist, haben sich die Zellen desselben, gleichgültig ob sie eine lose, mehlartige, pulverige Masse bilden oder unter sich verklebt sind, von dem sie umschließenden Gewebe der Antherenwand abgetrennt, liegen in den Pollenbehältern wie in Nischen, Kammern, Säcken, Beuteln oder Schläuchen eingebettet und harren hier ihrer Erlösung und Befreiung. Es handelt sich nun darum, daß der betreffende Hohlraum, welcher noch immer ringsum geschlossen ist, sich öffne,

damit der Pollen entbunden und seinem Ziele zugeführt werden könne. Dieses **Öffnen der Pollenbehälter** vollzieht sich in sehr verschiedener Weise. Es wurde früher erzählt, daß in der jungen Anthere meistenteils vier Fächer angelegt sind, daß diese aber nur selten getrennt bleiben, sondern infolge des Schwindens der trennenden Scheidewände zu zwei Fächern oder zu einem einzigen Hohlraume verschmelzen. Wo sich vier Pollenbehälter getrennt erhalten,



Pollenblätter: 1. Calandrinia compressa. — 2. Solanum Lycopersicum. — 3. Galanthus nivalis. — 4. Cyclamen Europaeum. — 5. Ramondia pyrenaica. — 6, 7. Cassia lenitiva. — 8. Pirola rotundifolia. — 9. Arctostaphylos Uva ursi. — 10. Arctostaphylos alpina. — 11. Vaccinium uliginosum. — 12. Pirola uniflora. — 13. Medinilla (nach Baillon). — 14. Vaccinium Oxycoccos. — 15. Calceolaria Pavonii. — 16. Tozzia alpina. — 17, 18. Sibbaldia procumbens. — 19. Galeopsis angustifolia. — 20, 21. Erythraea Centaureum. — 22, 23. Melissa officinalis. — 24, 25. Calla palustris. — 26. Nyctandra (nach Baillon). — 27, 28. Globularia cordifolia. — 29, 30. Theobroma Cacao. — 31. Pinguicula vulgaris. — 32. Garcinia. — Sämtliche Figuren etwas vergrößert. Vgl. Text, S. 87—91.

entsteht über jedem derselben eine besondere Öffnung, wie das beispielsweise an den Antheren der **Kakaopflanze** (Theobroma Cacao) zu sehen ist (s. obenstehende Abbildung, Fig. 29 und 30). Wenn aber die eben erwähnte Vereinigung stattgefunden hat, wie z. B. bei Calla palustris (s. obenstehende Abbildung, Fig. 24 und 25), so bilden sich nur zwei Öffnungen aus. Die Kugelblume (Globularia) besitzt Antheren mit sehr kleinem, punktförmigem Konnektiv und vier zu einem ellipsoidischen Körper verbundenen Pollenbehältern. Nachdem die zwischen die Pollenbehälter eingeschalteten Scheidewände geschwunden sind und dadurch ein einziger mit Pollen erfüllter Hohlraum sich herausgebildet hat, entsteht an der Wand dieses

Hohlraumes ein weit klaffender, querlaufender Riß, und man sieht nun ein von dem Staubfaden getragenes flaches Becken (s. Fig. 27 und 28, S. 89), in dessen Grunde nach Entfernung des Pollens die frühern Scheidewände als zwei sich rechtwinkelig kreuzende schwache Leisten angedeutet sind. Ähnliches bemerkt man auch an den in Fig. 31 auf S. 89 abgebildeten theren des Fettkrautes (Pinguicula) und überhaupt an den meisten sogenannten monothecischen Antheren. An mehreren Lippenblütlern, an welchen je zwei benachbarte und zusammenstoßende Antheren an der Berührungsstelle teilweise verbunden sind, vereinigen sich die Öffnungen der Pollenbehälter von beiden Antheren, und indem diese Öffnungen weit auseinander klaffen, entsteht eine Doppelnische mit ausgeschweiftem Rande, welche von den beiden bogenförmigen Staubfäden getragen wird (s. Fig. 22 und 23, S. 89).

Die Öffnungen bilden sich zum Teile als Löcher, zum Teile als Spalte aus. Mit Löchern sich öffnende Pollenbehälter findet man in großer Abwechselung bei den Ericineen und Pirolaceen. An den Antheren der Heidelbeeren, Preißelbeeren und Moosbeeren (**Vaccinium Myrtillus, uliginosum, Vitis idaea, Oxycoccos**), ebenso bei verschiedenen Arten des Wintergrüns (**Pirola**) sind die sackartigen Pollenbehälter in kürzere oder längere Röhrchen ausgezogen, und jedes Röhrchen öffnet sich an seinem Ende mit einem kleinen kreisrunden Loche (s. Fig. 8, 11, 12 und 14, S. 89). Häufiger sind die mit Spalten sich öffnenden Antheren. Die Spalte sind entweder Längsspalte oder Querspalte, oder sie verlaufen entlang einer schlingenförmigen oder halbkreisförmigen Linie. Im letztern Falle wird durch sie ein Lappen aus der Antherenwand herausgeschnitten. Anfänglich gleichen die Spalte einem mit scharfem Messer geführten Schnitte (s. Fig. 1, S. 89). In manchen Fällen bleiben die Ränder des Spaltes beisammen, so daß die Öffnung die Form eines schmalen Schlitzes zeigt; meistenteils wird aber der Spalt klaffend, seine Ränder schrumpfen, ziehen sich zusammen, rollen sich nach außen oder werden wie Deckel oder wie Flügelthüren zurückgeschlagen. Die Längsspalte erstrecken sich entweder von dem einen bis zum andern Ende des Pollenbehälters (s. Fig. 1, S. 89), oder sie stellen nur einen kurzen klaffenden Spalt in der Nähe des freien Endes der Anthere dar. Im letztern Falle, welcher insbesondere bei den Nachtschattengewächsen beobachtet wird, und der durch die Figuren 2, 3, 6, 7, 9, 10, 13, 15 und 16 (S. 89) dargestellt ist, ähneln die Spalte sehr den Löchern und sind von diesen oft nur entwickelungsgeschichtlich zu unterscheiden, worauf noch später zurückzukommen sein wird. Bisweilen vereinigen sich die kurzen klaffenden Risse der benachbarten mit Pollen gefüllten Hohlräume, es entsteht dann am freien Ende der Anthere oder dicht unter demselben eine Öffnung von herzförmigem oder rhombischem Umrisse, und der gesamte Pollen aus beiden Antherenhälften muß durch diese einzige Öffnung entleert werden. So verhält es sich z. B. bei **Cyclamen** und **Ramondia**, deren Pollenblätter durch die Figuren 4 und 5 der Abbildung auf S. 89 dargestellt sind. Querlaufende Spalte finden sich in den mannigfaltigsten Formen an den Pollenblättern der Wolfsmilchgewächse (Euphorbiaceen), an den Cyclanthereen, an mehreren Rosifloren (z. B. **Alchimilla** und **Sibbaldia**; s. Fig. 17 und 18, S. 89), an dem Milzkraute und Bisamkraute (**Chrysosplenium, Adoxa**), an den Kugelblumen, den Malvaceen und einigen Giftlilien (z. B. **Globularia, Malva, Sabadilla**) und noch so manchen andern; im ganzen genommen ist aber diese Art des Öffnens seltener als die früher geschilderte. Wenn der querlaufende Spalt an der Seite querovaler Antheren vorkommt, so machen die Ränder desselben mitunter den Eindruck von Lippen, welche eine Mundöffnung umranden (vgl. die Abbildung auf S. 88 und Fig. 18 auf S. 89). Meistens sind es Schlitze, welche nur bei trocknem Wetter etwas klaffend werden und sich bei feuchtem Wetter wieder schließen. Noch seltener als die querlaufenden Spalte sind jene, welche als halbkreisförmige oder schlingenförmige Schnitte an der Wand des Pollensackes erscheinen und einen Lappen aus der Wand herausschneiden, der dann eine förmliche Klappe

über der gebildeten Öffnung darstellt. Man nennt solche Antheren mit Klappen aufspringend. Sie werden an dem Sauerdorne (Berberis), der Sockenblume (Epimedium) und überhaupt an sämtlichen Berberideen, ebenso an den lorbeerartigen Gewächsen angetroffen. Bei dem Lorbeer, dem Kampferbaume, den Zimtbäumen und bei Nyctandra (s. Fig. 26, S. 89) sieht man an der einen Seitenwand scharf umgrenzte kleine Fenster ausgeschnitten, und vom obern Rande derselben erheben sich bei trocknem Wetter die Klappen, um bei feuchtem Wetter wieder herabzusinken und das Fenster zu schließen. Die Antheren der Gattung Mimulus, Galeopsis, Garcinia (s. Abbildung, S. 89, Fig. 19 und 32) gleichen Dosen oder Büchsen, von welchen sich der bei dem Öffnen ausgebildete Lappen wie ein Deckel abhebt.

Bei vielen Pflanzen hat das Öffnen der Pollenbehälter auch noch andre Veränderungen der Antheren im Gefolge. Die rechts und links von dem schmalen Konnektiv liegenden Pollenbehälter heben sich von ihrem Träger mehr oder weniger ab, krümmen und winden sich oder spreizen unter einem rechten Winkel auseinander. Wenn die beiden Pollenbehälter nur an der Basis auseinander fahren, wie z. B. bei vielen Windlingen (Convolvulus) und Gentianeen (Gentiana, Menyanthes), so erhalten die Antheren die Gestalt eines Pfeiles; wenn die Pollenbehälter unten und oben auseinander weichen und sich zugleich etwas krümmen, so entstehen die sogenanten x-förmigen Antheren, welche für die Gräser so bezeichnend sind. Bei vielen Schotengewächsen (Diplotaxis, Sinapis 2c.) erfahren die Antheren nach dem Aufspringen eine schraubige Drehung, und mitunter nehmen sie sogar die Gestalt eines Korkziehers an, was beispielsweise an dem Tausendguldenkraute (Erythraea) der Fall ist (s. Abbildung, S. 89, Fig. 20 und 21). Eine sehr auffallende Erscheinung ist auch die Verkürzung, welche bei den mit Längsspalten sich öffnenden Antheren nicht selten vorkommt. Die noch geschlossenen Antheren der meisten lilienartigen Gewächse sind länglich-lineal; sie öffnen sich mittels Längsspalten und zwar so, daß das Aufreißen zuerst am freien Ende der Pollenbehälter beginnt. Nach wenigen Stunden sieht man an Stelle der langen, linealen Antheren einen rundlichen, mit Pollen bedeckten Ballen. Bei dem Gelbsterne (Gagea lutea) zeigt diese geöffnete ballenförmig gewordene Anthere nur noch den dritten Teil der frühern Länge; die Antheren der Kaiserkrone (Fritillaria imperialis) verkürzen sich von 20 auf 10, jene der Narzisse (Narcissus poëticus) von 11 auf 4, jene der Scilla bifolia von 2 auf 1 mm.

Jedem der mannigfaltigen Vorgänge während und nach dem Öffnen der Pollenbehälter liegt ein ganz bestimmter Bau der Antherenwand zu Grunde. Am einfachsten sind die Verhältnisse bei den mit Löchern sich öffnenden Antheren. Die Löcher entstehen nämlich durch Resorption umschriebener Teile der Wand. Weitere Veränderungen, wie etwa ein Schrumpfen und Verkürzen der Antherenwand oder Öffnungsbewegungen des Saumes der Löcher u. dgl., finden hier nicht statt, und dem entsprechend zeigt auch die Antherenwand keine besondern Gewebeteile, welche hierzu dienlich sein könnten. Auch an jenen Pollenbehältern, an welchen sich infolge von Zerklüftung einer schon vorgebildeten Trennungsschicht oder vielleicht auch infolge von Resorption einer Zellenreihe ein Längsspalt ausbildet, der die Form eines Schlitzes hat, wie beispielsweise bei den Orchideen, ist eine besondere Struktur der Antherenwand nicht zu erkennen. Wesentlich anders verhält es sich aber bei der Bildung jener Spaltenränder und Klappen, welche sich einrollen, drehen und zusammenziehen oder wie Flügelthüren auseinander gehen. In diesen Fällen sind Zellen mit ganz besonderm Baue ausgebildet, welche unter dem Namen Öffnungszellen zusammengefaßt werden, und von welchen man insbesondere Griff- und Bankzellen unterscheidet. Die Griffzellen sind würfelförmig oder haben doch eine dem Würfel nahekommende Gestalt und zeigen an einem Teile ihrer Wände faserförmige oder leistenförmige Verdickungen. Die dem Hohlraume des Pollenbehälters zugewendete Wand ist gleichmäßig verdickt, die gegenüberliegende, an die

Oberhaut der Anthere grenzende Seite ist zart und dünn, leicht faltbar und entbehrt vollständig der Verdickungsschichten, die querlaufenden Seitenwände endlich zeigen Verdickungen, welche die Form von Leisten haben. Man hat die Verdickungen dieser Zellen mit einer Hand verglichen; der Handfläche entspricht die stark verdickte Innenwand, und den Fingern entsprechen die leistenförmigen, sich gegen ihr Ende verschmälernden Verdickungen der querlaufenden Seitenwände. Dieser Vergleich ist um so treffender, als die Leisten beim Austrocknen Bewegungen ausführen, welche mit den Bewegungen der zum Zwecke des Ergreifens irgend eines Gegenstandes zusammenneigender Finger Ähnlichkeit haben. Wenn sich die Enden der Leisten ähnlich wie die Fingerspitzen nähern, so wird dadurch unter gleichzeitiger Faltenbildung eine Verkürzung der äußern Wand stattfinden, und wenn zahlreiche Griffzellen zu einer Platte verbunden sind, so wird die ganze Platte an der äußern Seite eine Verkürzung erfahren müssen. Je nach der Gruppierung der Griffzellen in der Antherenwand wird sich eine solche Verkürzung als Zurückrollen oder Zurückschlagen der Spaltenränder offenbaren. Die Bankzellen unterscheiden sich von den Griffzellen nur dadurch, daß sie langgestreckt sind. Die dem Hohlraume des Pollenbehälters zugewendete Wand dieser Zellen ist gleichmäßig verdickt und kann mit dem Sitze einer Bank verglichen werden. Die querlaufenden Seitenwände sind dagegen leistenförmig verdickt, und die Leisten entsprechen den Füßen einer mehrbeinigen Bank. Die äußere Wand ist gar nicht verdickt, sondern dünn und faltbar. Wenn sich die den Fußenden entsprechenden Teile der Leisten einander nähern, so wird dadurch die äußere dünne Wand der Zelle wirklich gefaltet, während sich die verdickte Innenwand nur wenig verändert, und die Folge davon ist, daß die mit Bankzellen ausgestatteten Abschnitte und Lappen der Antherenwand nach außen zu konkav werden. Es finden dann ähnliche Lageänderungen des ganzen Gewebes statt, wie sie früher für die Griffzellen angegeben wurden, nur unterbleibt die gleichzeitige Verkürzung des betreffenden Abschnittes der Antherenwand, welche bei dem Vorhandensein von Griffzellen unvermeidlich ist.

Die verschiedenen Fälle im einzelnen zu beschreiben, würde den Rahmen dieses Buches überschreiten. Es sei daher hier nur noch in Kürze folgendes bemerkt. Die Wand der Pollenbehälter besteht bei den Nadelhölzern nur aus einer einzigen Schicht von Öffnungszellen, während an den Antheren der Agaven das andre Extrem, nämlich 6—8 Lagen solcher Zellen, beobachtet wird; ferner sei erwähnt, daß in den meisten Fällen die Schicht aus Griff- oder Bankzellen von einer Oberhaut aus zarten dünnwandigen Zellen bedeckt ist, und daß man diese Oberhaut Exothecium, die Schicht der Öffnungszellen dagegen Endothecium genannt hat. Die innere Seite der Antherenwand ist in der Regel noch mit Zellen ausgekleidet, welche Tapetenzellen geheißen werden. In der geöffneten Anthere sind diese aber nur selten wahrzunehmen, weil sie dann schon resorbiert sind. Früher war man der Ansicht, daß die das Exothecium bildenden Oberhautzellen bei dem Austrocknen sich stärker zusammenziehen als die verdickten Zellen des Endotheciums, und daß darin auch der Grund der Krümmung und Rollung der Spaltenränder zu suchen sei; sorgfältige Untersuchungen in neuerer Zeit haben aber gelehrt, daß die thätige Kraft bei den Öffnungsbewegungen in den Zellen des Endotheciums liege, daß die Oberhautzellen bei allen diesen Vorgängen sich passiv verhalten, daß sie sich nicht zusammenziehen, sondern durch die sich nähernden leistenförmigen Verdickungen der Griff- und Bankzellen zusammengezogen, beziehentlich gefaltet werden.

In betreff der **Entbindung des Pollens aus den geöffneten Antheren** herrscht eine große Mannigfaltigkeit. Bei den Nesseln, Maulbeerbäumen und mehreren andern später zu besprechenden Gewächsen schnellt der fadenförmige Träger der Anthere wie eine Feder empor, die Antheren springen im selben Augenblicke mit Längsspalten auf, und der Pollen wird mit großer Gewalt herausgeschleudert. Der ganze Akt dauert kaum eine Sekunde, und der Zuseher empfängt den Eindruck, daß die Antheren explodieren. Bei andern Pflanzen

vollzieht sich das Öffnen in aller Stille, meist unter dem Schutze verhüllender Blumenblätter, und der Pollen, welcher aus den gebildeten Schlitzen und Spalten der Antheren langsam hervorquillt oder hervorrieselt, wird zunächst nur an einer bestimmten Stätte im Bereiche der Blüten abgelagert. Dieses Ablagern kommt viel häufiger vor, als gemeinhin angenommen wird, und steht mit verschiedenen, später noch ausführlicher zu besprechenden Vorgängen im Zusammenhange. Bei den Schmetterlingsblütlern wird der aus den Antheren entbundene Pollen in die hohlkegelförmige Spitze des sogenannten Schiffchens ausgeschieden, bei den Veilchen lagert er sich in die Rinne des untern gespornten Kronenblattes ab, und bei dem Mohn, den Rosen und Ranunkeln fällt er wenigstens teilweise auf die schalenförmigen Vertiefungen der Blumenblätter. Der stäubende Pollen, welcher aus den geöffneten Antheren der kätzchenförmigen Blütenstände bei dem Walnußbaume, der Hasel, der Birke und Erle herausfällt, kommt zeitweilig auf die nach oben gekehrte Rückseite der darunter stehenden Blüten zu liegen (s. Abbildung, Band I, S. 700). Bei den Korbblütlern, Glockenblumen und einigen Sternkräutern wird der aus den geöffneten Antheren hervorquellende Pollen auf dem Griffel oder der Narbe abgelagert, aber nicht, wie man früher glaubte, an die empfängnisfähige Stelle derselben, sondern auf eigentümliche, abseits gelegene Papillen und Haare, welche zur Aufnahme des Pollens eigens vorbereitet sind. Auch bei den Proteaceen wird der Pollen aus den innerhalb der Blütenknospen geöffneten Antheren auf den Narbenkopf abgelagert, ohne mit der empfängnisfähigen Stelle in Berührung zu kommen, und die Narbe dient im Beginne des Blühens nur als zeitweiliges Depot des Pollens. Bei Sarracenia fällt der Pollen aus den geöffneten Antheren auf die Narbe, welche die Gestalt eines aufgespannten und umgestürzten Regenschirmes hat, und bleibt dort an Stellen aufgespeichert, wo er mit den empfängnisfähigen Punkten nicht in Berührung kommt. Bei den Brunoniaceen und Goodeniaceen gelangt er zunächst in einen eigentümlichen Sammelbecher am Ende des Griffels, welcher mitunter wie eine Streubüchse wirksam ist, aber auch da nicht auf die empfängnisfähige Stelle der Narbe. Es ist nicht zu hoch gegriffen, wenn man die Zahl derjenigen Pflanzen, bei welchen der aus den geöffneten Antheren entlassene Pollen zunächst auf einem bestimmten Platze der Blüte abgelagert und dort zur spätern Verwendung bewahrt wird, auf 20,000 Arten veranschlagt.

Noch häufiger sind die Fälle, in welchen der Pollen aus den Höhlungen der Antheren nicht ausfällt, obschon sich diese mittels Löchern, Spalten und Klappen geöffnet haben. Die Pollenbehälter gleichen dann Nischen, Schalen, Dosen oder Streubüchsen, in welchen der Pollen aufgespeichert ist. Gewöhnlich kommen Tiere zu den Blüten, welche an die Antheren anstoßen und hierbei den Pollen abstreifen oder sich mit demselben einstäuben und ihn zu andern Blüten verschleppen.

Mit diesen Besuchen von seiten der Tiere hängt es auch zusammen, daß die Antheren bald auswärts, bald einwärts gewendet sind. Sehen die Schlitze, Spalten und Klappen der Pollenbehälter gegen den Umfang der Blüte, so spricht man von auswärts gewendeten Antheren; sind sie dagegen dem Mittelpunkte der Blüte zugewendet, so heißt man die Antheren einwärts gewendet. Hierfür sind nun, wie gesagt, die Beziehungen zu den blütenbesuchenden und honigsaugenden Tieren maßgebend. Findet sich nämlich der Honig außerhalb des Kreises der Pollenblätter, und müssen die Insekten, um den süßen Saft zu gewinnen, mit dem Rüssel zwischen den Pollenblättern und Blumenblättern einfahren, wie z. B. bei den Zeitlosen (Colchicum), den Schwertlilien (Iris), den Windlingen (Convolvulus), den Sockenblumen (Epimedium) und den Lorbeeren (Laurus), so sind die Antheren auswärts gewendet; ist dagegen der Honig zwischen dem Fruchtknoten und der Basis der Pollenblätter ausgeschieden, und haben die Insekten an dieser Stelle einzudringen, wie beispielsweise bei den Gentianen und Opuntien, so sind die Antheren einwärts gewendet. Es

ist eben von Wichtigkeit, daß der an den Öffnungen der Antheren exponierte Pollen von den Insekten abgestreift und zu andern Blüten übertragen werde, und dieses Ziel kann nur erreicht werden, wenn sich die mit Pollen besetzte Seite der Anthere hart an jenen Weg stellt, welcher von den Insekten bei der Einfahrt zum Blütengrunde eingehalten wird.

Zahlreiche andre Eigentümlichkeiten, welche den Bau, die Lage und die Bewegungen der Pollenblätter betreffen, werden späterhin bei Schilderung des Aufladens und Abladens von Pollen durch Insekten und andre Tiere zu berücksichtigen sein.

Der Pollen.

Gleich jedem andern Blatte erscheint das Pollenblatt in seinen allerersten Anfängen als ein rundlicher Höcker auf dem ihm zum Ausgangspunkte dienenden Teile des Stammes. Dieser Höcker besteht aus kleinzelligem Gewebe und zeigt keinerlei innere Gliederung. Alsbald aber gestaltet sich derselbe in einen Kolben um, und die Anthere und ihr Träger sind in den allgemeinen Umrissen bereits deutlich erkennbar. Durch die Mitte des ganzen Gebildes zieht der Länge nach ein Gefäßbündel, die Anthere, welche im Vergleiche zu dem Träger rasch zu bedeutender Größe herangewachsen ist, zeigt symmetrisch angeordnete Längsfurchen und zwischen diesen mehr oder weniger deutlich hervortretende, meistenteils paarig angeordnete Wülste. Die Zellen, welche unmittelbar unter der Oberhaut der jugendlichen Anthere liegen, werden nun zum Bildungsherde für zweierlei Gewebe; es gehen aus demselben einerseits drei Zellenschichten hervor, welche der Oberhaut angelagert sind und zusammen mit dieser die Umfassungswand der Anthere herstellen, anderseits große Zellen, welche die Räume innerhalb dieser Umfassungswand ausfüllen, und die man die Urmutterzellen des Pollens genannt hat. Diese letztern bilden entweder rundliche Nester in dem umgebenden Gewebe, oder sie sind in Längsreihen geordnet. Im letzten Falle werden gewöhnlich vier, seltener acht oder zwei Reihen ausgebildet, von denen die eine Hälfte rechts und die andre links vom mittlern Gefäßbündelstrange, beziehentlich von dem Konnektiv (s. S. 87) zu liegen kommen. Obschon in diesem Stadium der Entwickelung alle Zellen der Anthere ein ununterbrochenes Gewebe bilden, darf man sich doch vorstellen, daß Fächer oder Kammern in diesem Gewebe bestehen, und daß diese Fächer oder Kammern ein Füllgewebe enthalten, welches aus den großen Urmutterzellen des Pollens zusammengesetzt ist. Der Gegensatz zwischen der Umfassungswand und dem Füllgewebe der Innenräume wird von Tag zu Tag auffallender. Die Urmutterzellen fächern sich, es entstehen auf diese Weise Zellen, welche man Mutterzellen des Pollens genannt hat, und das Füllgewebe besteht nur noch aus diesen Mutterzellen. Von den früher erwähnten umhüllenden Zellschichten wird häufig die innere aufgelöst, und das aus den Mutterzellen des Pollens gebildete Gewebe ist dann durch eine flüssige Schicht von der Umfassungswand geschieden, welch letztere nur noch aus der Oberhaut und einer darunter liegenden Schicht aus elastischen, sich eigentümlich verdickenden Griff- und Bankzellen besteht.

Die auffallendste Veränderung spielt sich aber in dem Füllgewebe der Fächer und Kammern, beziehentlich in den Pollenmutterzellen ab, aus welchen das Füllgewebe zusammengesetzt ist. Die Häute dieser Mutterzellen verdicken sich außerordentlich und werden mehr oder weniger deutlich geschichtet. Das von den dicken Häuten umschlossene Protoplasma zerfällt in jeder Zelle in vier Ballen, und diese vier Ballen sind in den meisten Fällen entsprechend den Ecken eines Tetraeders, seltener in einer Ebene als Vierlinge geordnet. Die Scheidewände aus Zellstoff, welche zwischen die vier Protoplasmaballen eingeschoben werden, sind gleich der Haut der Mutterzelle verhältnismäßig dick und die Schichtung durch zarte

Streifen angedeutet. Jeder der vier sphärischen, in die geschichtete Zellstoffmasse eingebetteten Protoplasmaballen scheidet überdies noch eine besondere Zellhaut aus, welche anfänglich zart und dünn ist, später aber sich verdickt und gleichfalls mehrschichtig wird. Die so entstandenen Zellen sind die Pollenzellen. Der protoplasmatische Inhalt derselben besitzt erfahrungsgemäß die Fähigkeit, befruchtend zu wirken, und wird dem entsprechend Spermatoplasma genannt.

Bei den meisten Pflanzen findet eine weitere Sonderung und Teilung des protoplasmatischen Inhaltes der Pollenzelle nicht mehr statt; nur bei den Cycadeen und Koniferen und einigen wenigen Angiospermeen entstehen aus demselben zwei oder mehrere gesonderte Protoplasten, von welchen jedoch nur einer und zwar der umfangreichste späterhin bei der Befruchtung eine Rolle spielt.

Wie lange dem Spermatoplasma in den Pollenzellen die Fähigkeit, befruchtend zu wirken, bewahrt bleibt, ist ungenügend erforscht. Es wird angegeben, daß diese Fähigkeit bei dem Ibisch (Hibiscus Trionum) nach 3, bei dem Goldlack (Cheiranthus Cheiri) nach 14, bei dem Stiefmütterchen (Viola tricolor) nach 26, bei dem kriechenden Günsel (Ajuga reptans) nach 32, bei dem großen Singrün (Vinca major) nach 43, bei der flaumhaarigen Pfingstrose (Paeonia pubens) nach 58, bei der dünnblätterigen Pfingstrose (Paeonia tenuifolia) nach 65 und bei Clivia nobilis nach 76 Tagen erlischt. Von den Gärtnern wird nicht selten Pollen von Cycadeen und Palmen zum Zwecke der Bestäubung versendet und bleibt wochenlang auf der Reise, ohne dadurch seine Befruchtungsfähigkeit einzubüßen, vorausgesetzt, daß er während der ganzen Zeit trocken aufbewahrt wurde. Die Araber, welche die Fruchtblüten der zweihäusigen Dattelpalme künstlich bestäuben, heben einen Teil des Pollens von Jahr zu Jahr auf, um für den Fall, daß einmal die Pollenblüten nicht zur Entwickelung gelangen sollten, gesichert zu sein, Pollen vorrätig zu haben und einer Mißernte vorbeugen zu können. Nach ältern Angaben soll der Pollen der Dattelpalmen, des Hanfes und des Maises nach 18 Jahren noch mit Erfolg bei künstlich eingeleiteten Bestäubungen benutzt worden sein. Inwieweit diese Angaben in den Bereich der Gärtnerfabeln gehören, läßt sich bei dem Mangel zuverlässiger neuerer Untersuchungen nicht entscheiden.

In betreff des Zusammenhanges der in den Antherenfächern ausgebildeten nachbarlichen Pollenzellen herrscht eine außerordentliche Mannigfaltigkeit. Löst sich die Zellstoffmasse, von welcher die früher erwähnten Vierlinge umwallt und zusammengehalten werden, ganz auf, so erscheint schließlich das ganze Fach, welches zur Bildungsstätte des Pollens diente, mit einzelnen getrennten Zellen erfüllt, und man kann solchen Pollen als freien Pollen ansprechen. Einige, ja selbst viele benachbarte frei gewordene Pollenzellen können zwar infolge klebriger Überzüge oder sonstiger Einrichtungen noch immer zusammenhängen und größere oder kleinere unregelmäßige Klümpchen bilden, aber eine eigentliche Gewebeverbindung derselben ist an dem freien Pollen nicht mehr vorhanden, und das ist es gerade, worauf hier großes Gewicht gelegt werden muß.

Bei sehr vielen Pflanzen, so namentlich bei den Erikaceen (Erica, Calluna, Menziesia, Andromeda), der Bärentraube (Arctostaphylos) und dem Erdbeerbaume (Arbutus), den Alpenrosen (Rhododendron) und dem Sumpfporste (Ledum), den Kalmien, den Heidel- und Preißelbeeren (Kalmia, Vaccinium, Gaultheria, Thibaudia), der Rauschbeere (Empetrum) und den Epakrideen (Epacris, Leucopogon), bei den meisten Wintergrünen (Pirolaceen), dann bei einzelnen Simsen (z. B. Juncus Jacquini und Luzula vernalis), endlich bei den Arten der Gattung Anona, Drimys, Jussieua, bleiben die Pollenzellen zu vier und vier, wie sie in der Mutterzelle entstanden sind, verbunden und werden auch als solche aus den Fächern der Antheren entleert. Man nennt diese kleinen Gewebekörper Vierlinge

oder **Tetraden**. Bei den soeben aufgezählten Gewächsen entsprechen die vier zur Tetrade verbundenen Zellen den Ecken eines Tetraeders (s. Abbildung, S. 101, Fig. 2), bei vielen andern dagegen, wie z. B. bei den Apocyneen (Apocynum, Periploca), bei zahlreichen Orchideen (Ophrys, Spiranthes 2c.), bei der zu den Agaven gehörigen Foucroya und bei mehreren Rohrkolben (Typha Shuttleworthii und latifolia), liegen die vier aus dem Protoplasma einer Mutterzelle hervorgegangenen Pollenzellen in einer Ebene. Bei einigen Weidenröschen (z. B. Epilobium montanum und hirsutum) sind die vier Zellen zwar verwachsen, aber nur teilweise, und es genügt ein mäßiger Druck, um sie zu trennen.

Bei weitem seltener als die Tetraden sind die **Pollinien**. Man spricht dann von Pollinien, wenn sämtliche auf eine Urmutterzelle zurückzuführenden oder gar sämtliche aus dem Füllgewebe einer Kammer hervorgegangenen Pollenzellen miteinander als Gewebekörper verbunden bleiben. Ein solches Pollinium kann aus 8, 12, 64, es kann aus vielen hundert Pollenzellen zusammengesetzt sein. Die Pollinien, welche sich in den reihenweise geordneten Kammern der Antheren bei den Mimoseen ausbilden, haben die Gestalt von linsenförmigen, eiförmigen oder rundlichen Ballen und Körnern, jene der Asklepiadeen, auf welche später nochmals die Rede kommen wird, haben die Form von spatelförmigen Blättchen und bestehen aus Hunderten einzelner Pollenzellen. Die Pollenmassen vieler Orchideen sind aus einzelnen Ballen zusammengesetzt, erscheinen gefurcht oder gelappt, und jeder Ballen oder Lappen besteht aus größern oder kleinern Pollinien. Die Masse, durch welche diese Pollinien der Orchideen verbunden sind, läuft meistens in ein Stielchen aus, steht mit einer Haftscheibe in Verbindung, und diese ist so klebrig, daß sie bei dem flüchtigsten Betasten an den berührenden Körper anhaftet, was für die später ausführlich zu besprechende Übertragung der Pollinien von Blüte zu Blüte durch Insekten bedeutungsvoll ist.

Die Pollenzellen zeigen je nach den verschiedenen Gattungen sehr ungleiches **Ausmaß**. Das Vergißmeinnicht (Myosotis), der Boretsch (Borago), der Beinwell (Symphytum), überhaupt alle rauhblätterigen Pflanzen (Asperifoliaceen), desgleichen die Artokarpeen (z. B. Ficus) haben sehr kleine, die Kannaceen, Malvaceen, Kürbisse und Nyktagineen verhältnismäßig sehr große Pollenzellen. Die nachfolgend eingeschaltete Tabelle zeigt den großen Abstand, welcher in dieser Beziehung besteht.

Myosotis alpestris . .	0,0025—0,0034 mm	Viola tricolor	0,062—0,071 mm
Lithospermum affine .	0,0042—0,0052 -	Convolvulus sepium . .	0,076—0,084 -
Cerinthe minor . . .	0,0050—0,0057 -	Geranium Robertianum .	0,085—0,094 -
Ficus pumila	0,0045—0,0056 -	Opuntia cynanchica . .	0,15 —0,20 -
Echium vulgare . . .	0,010 —0,014 -	Oxybaphus nyctagineus .	0,18 —0,22 -
Pilea microphylla . .	0,018 —0,020 -	Morina Persica	0,19 —0,24 -
Rhamnus cathartica . .	0,022 —0,032 -	Cucurbita Pepo	0,20 —0,23 -
Syringa vulgaris . . .	0,024 —0,034 -	Mirabilis longiflora . .	0,20 —0,24 -
Aloë denticulata . . .	0,035 —0,050 -	Cucumis Melo	0,20 —0,24 -
Yucca angustifolia . .	0,055 —0,065 -	Mirabilis Jalappa . . .	0,22 —0,25 -

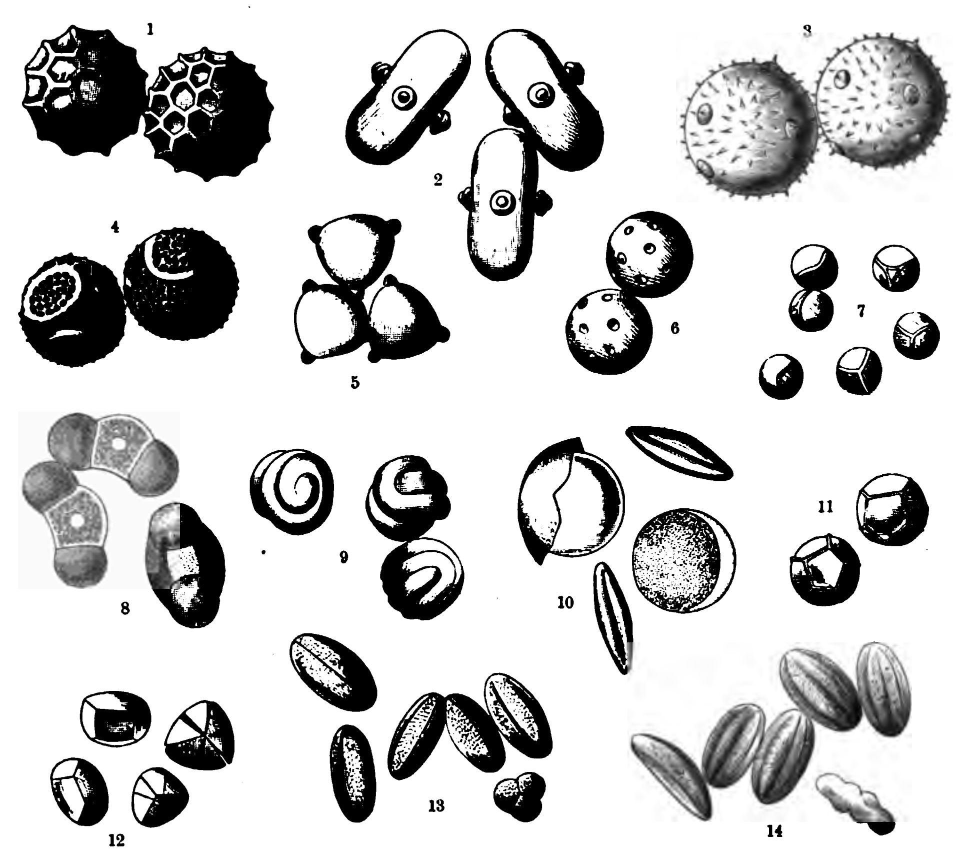
Die Pollenzellen der Mirabilis Jalappa sind demnach hundertmal größer als jene des Alpenvergißmeinnichts! Es fällt auf, daß insbesondere in jenen Blüten, welche nur einen Tag oder nur eine Nacht hindurch offen bleiben, wie z. B. in jenen der Kürbisse und Melonen, des Portulaks, der Morina und der verschiedenen Arten von Mirabilis, die Pollenzellen auffallend groß sind. Von dem Ausmaße der Pollenzellen hängt es auch ab, ob ihrer in einer Anthere viele oder nur wenige enthalten sind. In einem Antherenfache der Mirabilis Jalappa finden sich im Mittel 32, in einem Antherenfache von Borago officinalis im Mittel 60,000 Pollenzellen.

Die **Gestalt der Pollenzellen** ist vorwaltend ellipsoidisch (s. Abbildung, S. 98, Fig. 13 und 14), und es ist nicht fehlgegriffen, wenn der Hälfte aller Phanerogamen ein

derartig geformter Pollen zugeschrieben wird. Weit seltener kommt die Kugelform vor (s. S. 98, Fig. 1, 3, 4, 6 und 7). Die zu den Liliaceen gehörige Tritelia zeigt schmal-lanzettliche und Morina (s. S. 98, Fig. 2) walzliche Pollenzellen. Der Pollen von Pinus ist queroval, zeigt zwei halbkugelige Ausbuchtungen und hat die Gestalt eines Insektenkopfes mit zwei großen Augen (s. S. 98, Fig. 8). An den meisten Doldenpflanzen und an dem Vergißmeinnicht (Myosotis) sind die Pollenzellen biskuitförmig, an Crucianella latifolia tonnenförmig und bei Brugmansia arborea kurz cylindrisch. Neben den elliptischen sind die kantigen und eckigen, an Kristallformen erinnernden Gestalten die häufigsten. So haben die Pollenzellen der Kapuzinerkresse (Tropaeolum) die Form dreiseitiger Prismen, jene des Stiefmütterchens (Viola tricolor) die Form vier- bis fünfseitiger und jene des Wundklees (Anthyllis Vulneraria) die Form kurzer sechsseitiger Prismen mit gefurchten Kanten. Die Gestalt eines Würfels trifft man an den Pollenzellen von Triopteris brachypteris und Basella alba, jene eines Pentagondodekaeders an Banisteria, Rivina und insbesondere an vielen nelkenartigen Gewächsen, wie z. B. Arenaria, Silene und Dianthus (s. S. 98, Fig. 11). An den Pollenzellen des Löwenzahnes (Taraxacum officinale) und an jenen des gelben Lerchenspornes (Corydalis lutea) erkennt man die mannigfaltigsten, kristallähnlichen Gestalten dicht nebeneinander in demselben Antherenfache (s. S. 98, Fig. 12, und S. 99, Fig. 4). Sehr oft begegnet der Blick bei der Untersuchung der Pollenzellen unter dem Mikroskop auch dem Tetraeder. So z. B. besteht der Pollen von Thesium, Cuphea, den meisten Proteaceen und auch vieler Korbblütler aus zierlichen, kleinen Tetraedern und zwar bald mit ebenen, bald mit nach außen gewölbten Begrenzungsflächen (s. S. 99, Fig. 6). Auch Gestalten, welche das Aussehen haben, als wären sie von zwei Seiten her zusammengedrückt, die dabei den Umriß eines sphärischen Dreieckes besitzen und mit einem dreieckigen Polster verglichen werden können, sind keine Seltenheit und werden insbesondere bei Circaea und den andern Onagraceen beobachtet (s. S. 98, Fig. 5).

Alle diese Angaben beziehen sich nur auf den allgemeinen Umriß und nur auf trockne Pollenzellen. In der Mehrzahl der Fälle wird die Gestalt noch wesentlich dadurch beeinflußt, daß an den trocknen Pollenzellen Furchen ausgebildet sind. Bei den ellipsoidischen und kugeligen Formen verlaufen die Furchen wie die Meridiane auf einem Globus, und an solchen Pollenzellen lassen sich auch zwei Pole unterscheiden. Die Zahl der Furchen ist für jede Art, ja nicht selten für ganze Pflanzenfamilien sehr beständig. Eine einzige Furche zeigen die Pollenzellen des Tulpenbaumes, der Magnolien und der Seerosen (s. S. 99, Fig. 1), der Zeitlosen, Tulpen, Lilien, Schwertlilien, Narzissen und des Schneeglöckchens, der Palmen und Gräser und überhaupt der meisten Monokotyledonen; zwei Längsfurchen besitzen die Pollenzellen des Calycanthus, einiger windenden Smilaceen (Tamus, Dioscorea) und mehrerer Arten der Gattung Amaryllis. Eine Unzahl von Pflanzenarten weist an den ellipsoidischen Pollenzellen drei Längsfurchen auf, so namentlich die Sonnenröschen, Veilchen, Mohne, Schotengewächse und Ranunkulaceen, die Rosen, Mandeln und viele Schmetterlingsblütler, die Buchen, Eichen und Weiden, das Geißblatt, die meisten Nachtschattengewächse, Skrofularineen, Enziane und auch viele Korbblütler (s. S. 98, Fig. 13, und S. 99, Fig. 3). Vier Furchen beobachtet man an den Pollenzellen mehrerer rauhblätteriger Pflanzen (Anchusa, Nonnea), einiger Lippenblütler (Teucrium montanum, Sideritis scordioides), an Houstonia, Platonia, Blackwellia und Cedrela odorata, sechs Furchen am Lavendel, Ysop, Thymian, Minze, Salbei, überhaupt an den meisten Lippenblütlern (s. S. 98, Fig. 14), 9—10 Furchen an Sherardia, Borago und Symphytum, 12 an Crucianella latifolia, 16 an Polygala Chamaebuxus, 21—23 an Polygala myrtifolia. An den kristallähnlichen Pollenzellen sind die Furchen äußerst zart, bilden seichte Einsenkungen in einem Teile der Kanten, und ihre Zahl richtet sich nach der Zahl der kantigen Vorsprünge.

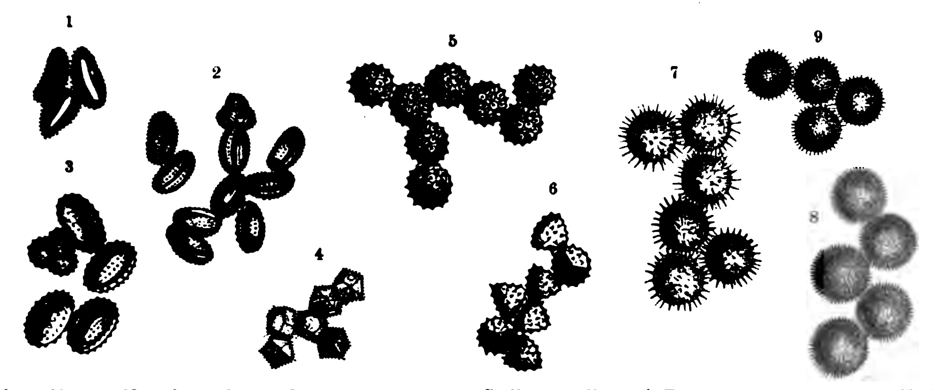
Das Aussehen der Pollenzellen wird auch wesentlich beeinflußt durch die merkwürdigen Zeichnungen, Skulpturen, warzen- und nadelförmigen Hervorragungen, welche die äußere Schale der Zellhaut aufweist. Bald erscheint diese äußerste Hautschicht fein punktiert, wie z. B. bei der Haselwurz, dem Safran, dem Lorbeer, der Raute, dem Salbei, vielen Gentianen und wolfsmilchartigen Gewächsen, den meisten Aroideen und Musaceen (s. untenstehende Abbildung, Fig. 13 und 14), bald wieder erscheinen die wulstartig hervor-



Pollenzellen: 1. Cobaea scandens. — 2. Morina Persica. — 3. Cucurbita Pepo. — 4. Passiflora kermesina. — 5. Circaea alpina. — 6. Convolvulus sepium. — 7. Cannabis sativa. — 8. Pinus Pumilio. — 9. Mimulus moschatus. — 10. Albucca minor (trocken und befeuchtet). — 11. Dianthus Carthusianorum. — 12. Corydalis lutea. — 13. Gentiana rhaetica. — 14. Salvia glutinosa. — Fig. 1, 2, 3: 80—90fach; Fig. 4, 5, 7, 8, 10: 120—150fach; Fig. 11, 12: 180fach; Fig. 6, 9, 13, 14: 220—250fach vergrößert. Vgl. Text, S. 96—102.

springenden Teile der gefurchten ellipsoidischen Zellen der Quere nach fein gestreift, wie bei dem immergrünen Steinbrech (Saxifraga aizoides), oder es verlaufen die zarten Streifen als Meridiane, wie z. B. an den im Wasser aufgequollenen globusartigen Pollenzellen der Brugmansia arborea. Mitunter sind feine Punkte reihenweise geordnet und die punktierten Linien zu zierlichen Netzen verbunden. An den Pollenzellen von Thesium alpinum und rostratum sieht man die glatte Oberfläche netzförmig gezeichnet und in der Mitte einer jeden Masche des Netzes einen deutlichen Punkt. Auch bei den Strandnelken (Armeria, Statice) und dem Raden (Agrostemma Githago) werden zarte netzförmige Zeichnungen wahrgenommen. In vielen Fällen ist die Oberfläche uneben. An den tetraedrischen Pollenzellen von Cuphea platycentra ist die äußere Schale zierlich gerippt, an vielen andern erscheint sie dagegen fein gekörnt. Die in Gestalt kleiner Körnchen hervortretenden Verdickungen sind

entweder über die ganze Oberfläche gleichmäßig zerstreut und verteilt, oder sie sind reihenweise geordnet und die geraden kurzen Reihen netzförmig verbunden, was insbesondere bei vielen Schotengewächsen (Capsella, Raphanus, Sinapis 2c.) deutlich hervortritt. An den Pollenzellen der Passifloren, z. B. an jenen der Passiflora kermesina (s. Abbildung, S. 98, Fig. 4), werden von den Maschen dieser Netze seichte grubenförmige Vertiefungen umrandet, und an jenen der Cobaea scandens (s. Abbildung, S. 98, Fig. 1) macht die Oberfläche der Pollenzellen ganz und gar den Eindruck einer Bienenwabe. Bisweilen sind die netzförmig verbundenen Leisten hahnenkammförmig ausgezackt, wie z. B. an dem Pollen der Schwarzwurzel (Scorzonera Hispanica). In andern Fällen erheben sich, gleichmäßig verteilt über die ganze Oberfläche der Pollenzellen, stumpfe Wärzchen, wie das namentlich bei der gemeinen Flockenblume (Centaurea Jacea), der Mistel (Viscum album), der Seerose (Nymphaea alba) und den tropischen Bauhinien (Bauhinia armata, furcata) der Fall ist (s. untenstehende Abbildung, Fig. 1 und 2). Sehr häufig kommt es auch vor, daß die ganze Oberfläche oder doch bestimmte Abschnitte derselben mit spitzen Dörnchen, kürzern und längern feinen



Pollenzellen: 1. Nymphaea alba. — 2. Viscum album. — 3. Carlina acaulis. — 4. Taraxacum officinale. — 5. Cirsium nemorale. — 6. Buphthalmum grandiflorum. — 7. Hibiscus ternatus. — 8. Malva rotundifolia. — 9. Campanula persicifolia. — Sämtliche Figuren 200fach vergrößert. Vgl. Text, S. 97—99.

Nadeln und unendlich feinen Haaren besetzt ist (s. obenstehende Abbildung, Fig. 3, 4, 5, 6, 7, 8 und 9). Diese letztere Ausbildung zeigen insbesondere die Pollenzellen der Korbblütler, Skabiosen, Glockenblumen, Kürbisse und Malvaceen, aber auch jene verschiedener Arten der Gattungen Armeria, Amaryllis, Cactus, Canna, Lonicera, Ipomaea und Convolvulus.

Wiederholt wurde angedeutet, daß es nur die Oberfläche der Pollenzellhaut ist, an welcher die beschriebenen mannigfaltigen Auswüchse, Skulpturen und Zeichnungen zu sehen sind, und daß die innere, unmittelbar an das Protoplasma angrenzende Schicht der Zellhaut eine sehr gleichmäßige Struktur zeigt. Die Haut der Pollenzellen ist in der That mehrschichtig. In den meisten Fällen wird sie aus drei Schichten zusammengesetzt, einer innern, welche Intine, einer mittlern, welche Exine, und einer äußern, welche Perine genannt wurde. Die Exine und Intine stammen von dem eingehüllten Protoplasma her, d. h. sie werden von jenem Protoplasmaballen erzeugt, welcher später den Inhaltskörper der betreffenden Pollenzelle darstellt, die Perine dagegen soll durch Auflagerung aus den die jungen Pollenzellen umgebenden veränderten Schichten der Mutterzellen oder nach einer andern Ansicht aus einer die jungen Pollenzellen umgebenden protoplasmatischen Masse (Epiplasma) entstehen. So viel ist sichergestellt, daß sich der zum Inhaltskörper der Pollenzelle werdende Protoplast zuerst mit einer Membran umgibt, welche ungemein zart ist, aber alsbald dadurch verdickt wird, daß sich an ihrer innern Seite eine aus Stäbchen zusammengesetzte, wie genetzt aussehende Masse anlagert. Diese erste Hülle des Protoplasten ist die

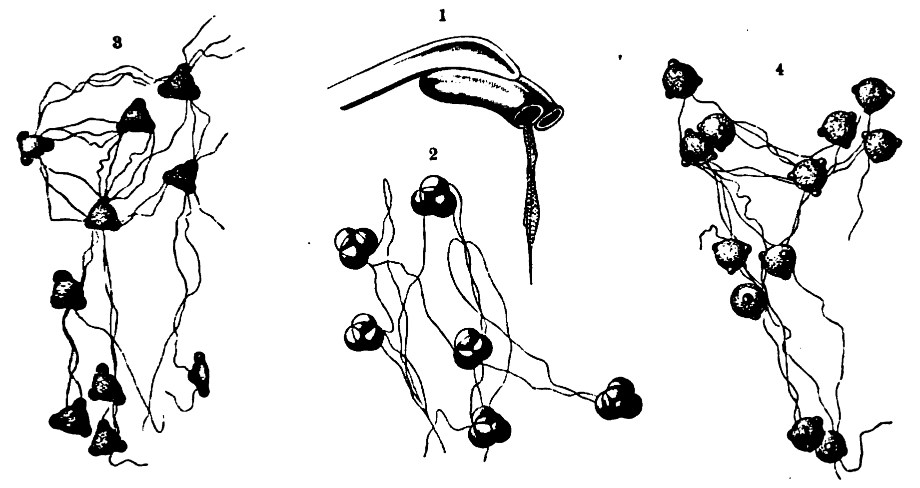
Exine. Ihr legt sich später an der Innenfläche eine aus Zellstoff bestehende dünne Schicht an, die Intine, und erst nachdem Exine und Intine ausgebildet sind, entsteht durch Anlagerung von außen her die Perine. Die Intine ist von der Exine stets als besondere Schicht scharf geschieden, aber zwischen Exine und Perine ist die Grenze an der fertigen Pollenzelle nicht immer deutlich zu erkennen. Gewöhnlich bilden die beiden zuletztgenannten Schichten zusammengenommen eine äußere Schale der Pollenzellhaut, während die Intine die innere scharf abgegrenzte Schale darstellt. Die äußere Schale ist es nun, welche jene so mannigfaltigen Punktierungen, Zeichnungen und Auswüchse zeigt, die, soweit sie äußerlich erkannt werden können, im vorhergehenden geschildert wurden.

Es ist selbstverständlich, daß das, was äußerlich wahrgenommen werden kann, in ganz bestimmten innern Strukturverhältnissen seinen Grund haben muß. Aber die diesbezüglichen Untersuchungen erstrecken sich nur über verhältnismäßig wenig Fälle und sind nicht so weit gediehen, um ein auf alle Pollenzellen passendes Bild entwerfen zu können. Nur so viel ist gewiß, daß an dem Aufbaue der äußern Schale palissadenförmig aneinander gereihte Stäbchen eine hervorragende Rolle spielen. Am besten ließen sich diese Stäbchen den prismatischen Stiften vergleichen, welche bei Anfertigung der antiken Mosaiken verwendet wurden, und gewiß hängen auch die eigentümlichen Zeichnungen, welche die Flächenansicht der Pollenzellen bietet, vorwaltend von der mosaikartigen Gruppierung dieser Stäbchen ab. Indem sich bestimmte Gruppen dieser Stäbchen über die andern erheben, entstehen Unebenheiten, Rauhigkeiten und Auswüchse an der Oberfläche, und entsprechend der Länge und Verteilung der stärker vorspringenden Stäbchen und Stäbchengruppen sieht man Körnchen und Warzen, Stacheln und Haare, Riefen und gekörnte Leisten, gezackte Kämme und netzförmige Skulpturen entstehen, wie sie im vorhergehenden beschrieben und durch die Abbildungen auf S. 98 und 99 erläutert wurden. In manchen Fällen sind freilich alle Stäbchen von gleicher Länge und erscheint dann die Außenseite der Schale ganz glatt und eben.

Häufig kommt es auch vor, daß infolge des Auseinanderweichens der Stäbchen an bestimmten Stellen im Bereiche der äußern Schale winzige Hohlräume, zumal zarte Kanäle entstehen, welche nach außen mit einer punktförmigen Öffnung münden, wie das besonders deutlich bei **Thesium, Prunella, Ipomaea** und **Gentiana** beobachtet wurde. In diesen feinen Kanälen ist ein meistens gelb gefärbtes, seltener farbloses fettes Öl enthalten, welches dann, wenn die Pollenzelle befeuchtet wird und Wasser in ihr Inneres aufnimmt, an den punktförmigen Mündungen der Kanäle in Form kleiner Tröpfchen hervortritt. So verhält es sich wenigstens bei den eingehender untersuchten Arten **Prunella grandiflora** und **Gentiana ciliata**; bei vielen andern Pflanzenarten braucht dieses Öl nicht erst infolge des zunehmenden Turgors aus der Pollenzelle herausgepreßt zu werden; denn es ist die ganze Oberfläche der äußern Schale und zwar schon an den trocknen Pollenzellen von ihr überzogen. Unter 520 Arten, deren Pollen von mir genauer untersucht wurde, fand ich bei nahezu 400 das fette Öl die Oberfläche der äußern Schale überziehen. Allerdings bildet dasselbe eine so dünne Schicht, daß es an den trocknen Pollenzellen der Beobachtung entgeht, setzt man aber dem trocknen Pollen Wasser zu, so formt sich der Überzug sofort zu kleinen, das Licht stark brechenden Tröpfchen, welche wie Perlen die aufgequollene Zelle umsäumen. Da sich dieser Überzug, beziehentlich diese Tröpfchen in Alkohol und Olivenöl auflösen und bei Zusatz von Osmiumsäure dunkel färben und erstarren, so ist nicht zu bezweifeln, daß sie wirklich aus einem fetten Öle bestehen.

Weit seltener kommt es vor, daß außen an den Pollenzellen eine gestaltlose zähe Masse haftet, welche sich nach Zusatz von Wasser nicht zu Tröpfchen formt, sich auch in Alkohol und Olivenöl nicht auflöst, und die man nach ihrer Ähnlichkeit mit dem aus den Beeren der Mistel (Viscum) stammenden Vogelleime Viscin genannt hat. Man findet solches Viscin

insbesondere an der Oberfläche der Pollenzellen von Fuchsia, Clarkea, Circaea, Gaura, Godetia, Oenothera, Epilobium und überhaupt bei allen Onagraceen, ebenso an den zu Tetraden und Pollinien verbundenen Pollenzellen der Azaleen, Alpenrosen, Orchideen und Asklepiadeen. Das Viscin ist ungemein klebrig, hängt sich bei dem leisesten Betupfen an den berührenden Körper an und erscheint zugleich so zähe, daß es wie verflüssigter Zucker in lange, dünne Fäden ausgesponnen werden kann. Der aus den Antherenfächern der Nachtkerze (Oenothera) und des schmalblätterigen Weidenröschens (Epilobium angustifolium) hervorkommende Inhalt hat die Gestalt von Fransen und zerfetzten Bändern, gleicht wohl auch einem zerrissenen Netze, das zwischen die benachbarten Antheren ausgespannt ist, und unter dem Mikroskop zeigt sich, daß derselbe aus einzelnen Pollenzellen besteht, welche durch die zarten klebrigen Fäden des Viscins kreuz und quer verstrickt und verkettet sind (s. untenstehende Abbildung, Fig. 3 und 4). Noch auffallender als an der Nachtkerze, dem



Pollenzellen und Pollentetraden durch Viscinfäden verkettet: 1, 2. Rhododendron hirsutum. — 3. Önothera biennis. — 4. Epilobium angustifolium. — Fig. 1: 8fach; Fig. 2–4: 50fach vergrößert.

Weidenröschen und den andern Onagraceen ist diese Erscheinung an den zahlreichen Arten der Gattung Alpenrose (Rhododendron) zu sehen. So sind z. B. an der gewimperten Alpenrose (Rhododendron hirsutum) sämtliche Pollentetraden eines Antherenfaches durch eine zähe Viscinmasse zusammengehalten. Die Antherenfächer öffnen sich mit zwei runden Löchern, und die verklebten Pollentetraden quellen aus den Löchern etwas hervor. Betupft man nun die klebrige Masse mit einer Borste, so haftet sie sofort an, und man kann den Inhalt des betreffenden Antherenfaches mit Leichtigkeit herausziehen (s. obenstehende Abbildung, Fig. 1). Er bildet nun eine aus dem Loche heraushängende fransige Masse, ganz ähnlich wie bei der Nachtkerze und dem Weidenröschen, und auch unter dem Mikroskop zeigt sich ein ähnliches Bild, nur mit dem Unterschiede, daß es bei der Alpenrose nicht einzelne Pollenzellen, sondern Pollentetraden sind, welche von den Viscinfäden umstrickt werden (s. obenstehende Abbildung, Fig. 2). Bei manchen Arten, wie z. B. bei dem zierlichen, in den nördlichen Kalkalpen häufigen Rhododendron Chamaecistus und den großblütigen Rhododendron des Himalaja, entspinnen sich nicht selten Fäden und Schnüre aus den Antherenfächern, welche die Länge von 1 cm und darüber erreichen, und Insekten, welche die Blüten dieser Pflanzen besuchen und an die Fäden anstreifen, kleben sich dieselben an, zerren beim Verlassen der Blüten gewöhnlich den ganzen Inhalt des betreffenden Antherenfaches heraus und übertragen denselben dann auf andre Blüten. Die zähe ausziehbare Masse entsteht

ohne Zweifel durch Verschleimung und zwar entweder aus der äußern Zellhautschicht der Tetraden selbst, oder aus den aufgelösten Häuten der Urmutterzellen.

Die punktförmigen Mündungen der mit fettem Öle erfüllten feinen Kanäle, deren oben gedacht wurde, dürfen nicht verwechselt werden mit jenen verdünnten Stellen der äußern Schale, an welchen sich bei Zusatz von Wasser die Intine in Gestalt eines Blindsackes hervordrängt. Mitunter erhält man beim Anblicke dieser Stellen den Eindruck, als ob die äußere Schale durchlöchert wäre, aber das beruht nur auf Täuschung, in Wirklichkeit ist dort die auf der Intine wie eine Kruste auflagernde äußere Schale der Zellhaut nur verdünnt, und erst später, wenn die Intine sich immer mehr und mehr aussackt, als Blindsack vordrängt und als Pollenschlauch hervorwächst, findet eine Auflösung oder Zerreißung oder auch ein Abheben der verdünnten Stellen statt, und dann erst werden wirkliche Spalten und Löcher in der äußern Schale gebildet.

Die Mannigfaltigkeit in der Form, Lage, Zahl und Größe dieser verdünnten Stellen ist kaum geringer als jene der Skulpturen und Auswüchse. Sehr häufig kommt es vor, daß die äußere Schale an jener Stelle verdünnt ist, wo sich an der Pollenzellhaut Furchen zeigen. Die verdünnte Stelle ist dann linienförmig und in der Tiefe der Furche gelegen. Schwillt die Pollenzelle infolge von Wasseraufnahme an, so platzt die Exine an der verdünnten Stelle, und manchmal findet ein förmliches Abschälen der Exine statt (s. Abbildung, S. 98, Fig. 10). An den Pollenzellen von Mimulus und Thunbergia hat die verdünnte Stelle der äußern Schale die Gestalt einer Spirallinie, oder sie verläuft in mäandrischen Linien und bildet ganz seltsame Krümmungen und Schlingen, wie es Figur 9 der Abbildung auf S. 98 aufweist. Wenn die Intine bei diesem Pollen sich ausbaucht und infolgedessen die äußere Schale entlang den spiraligen oder mäandrischen Linien zerreißt, so entstehen schraubenförmig gewundene Bänder, die sich abheben, und die Pollenzelle sieht dann wie geschält aus. An dem Pollen der Passionsblume (Passiflora) erscheinen die verdünnten Stellen als Ringe, und wenn sich hier die Intine vorstülpt, so werden die von den Ringen begrenzten Teile der äußern Schale wie Deckel abgehoben. Dasselbe geschieht an dem Pollen der kürbisartigen Gewächse, nur sind dort die abgehobenen Deckel verhältnismäßig sehr klein und bekommen auch dadurch ein eigentümliches Ansehen, daß auf jedem derselben ein dörnchenartiger Fortsatz aufsitzt (s. Abbildung, S. 98, Fig. 3). An den Pollenzellen der Windlinge (Convolvulus, s. Abbildung, S. 98, Fig. 6) sind in die äußere Schale runde Grübchen eingesenkt, in der Tiefe des Grübchens ist die äußere Schale wie durch einen kreisförmigen Schnitt unterbrochen, und es hebt sich das dadurch umrissene Stück der Schale als ein winziger, nach außen gewölbter Deckel ab. Eine seltsame Ausbildung zeigt sich an dem Pollen der mit der Kardendistel verwandten Morina Persica (s. Abbildung, S. 98, Fig. 2). Jede der walzigen Pollenzellen besitzt in der Mittelhöhe drei Aufsätze, welche die Form eines zugedeckelten Flaschenhalses mit gewulsteter, ringförmiger Mündung haben. Sehr häufig weisen die verdünnten Stellen die Gestalt runder Scheiben auf und lassen sich am besten mit den verglasten runden Fensterchen, die man an den Breitseiten großer Schiffe sieht, vergleichen. Diese Form ist es auch, welche glauben macht, es sei die äußere Schale der Zellhaut schon vom Anfange her durchlöchert. Bei den Doldenpflanzen, Rosaceen, Schmetterlingsblütlern, Veilchen, Cistrosen, Rutaceen, Hypericineen, Asperifolieen, Skrofularineen, Nachtschattengewächsen und noch zahlreichen andern Pflanzenfamilien liegen die kleinen Rundfenster versteckt in der Tiefe der Furchen, bei Cobaea (s. Abbildung, S. 98, Fig. 1) findet man sie in den Gruben der wabenartigen äußern Pollenschale, und bei den Onagraceen, z. B. dem Hexenkraute (Circaea), ist die äußere Schale der Pollenzelle über dem Scheitel der warzenförmigen Hervorragungen verdünnt (s. Abbildung, S. 98, Fig. 5). Die Zahl der Rundfenster ist je nach den Arten verschieden. Die Cyperaceen zeigen 1, die Zeitlosen, die Bromeliaceen, die Feigen und die Brugmansie 2, die Nesseln, die

Eichen und Buchen, die Nachtkerzen und Weidenröschen und viele andre Pflanzen 3, die Rüstern, Erlen und Birken 4—6, die Arten der Gattung Ribes 8—12, die Windlinge 15 bis 18, die Nelken, Melden und der Seidelbast 20—30 und die Nyktagineen sogar über 30.

Ich bin mit der Schilderung der äußern Pollenzellhaut zu Ende. Nun drängt sich aber auch die Frage auf: Wozu dieser merkwürdige Bau, wozu diese Grübchen und Rinnen, diese Riefen und Kämme, diese Dörnchen und Nadeln, die in staunenerregender Abwechselung an der äußern Schale beobachtet werden? Welche Bedeutung haben die Überzüge aus Viscin und fettem Öle? Was hat es mit den verdünnten Stellen in der Tiefe der Furchen, mit den Rundfenstern und den Deckelbildungen für eine Bewandtnis?

Verhältnismäßig am leichtesten ist wohl die zuletzt gestellte Frage zu beantworten. Wie der Augenschein lehrt, schwellen die Pollenzellen, nachdem man ihnen Wasser zugesetzt hat, mit Blitzesschnelle an; der in der Pollenzelle eingeschlossene, zur Befruchtung geeignete Protoplast saugt mit großer Lebhaftigkeit und Schnelligkeit flüssige Stoffe aus der Umgebung auf, sein Körper nimmt infolgedessen rasch an Umfang zu, und es muß daher die ihn umschließende Hülle so eingerichtet sein, daß eine rasche Erweiterung möglich ist. Hierzu eignen sich in ausgezeichneter Weise die verdünnten eingefalteten Stellen. Durch sie dringen die flüssigen Stoffe mit Leichtigkeit in das Innere der Zellkammer ein, zugleich ebnen sich die Furchen, was nach innen gefaltet war, erscheint jetzt nach außen gestülpt und gewulstet, und die Pollenzelle nimmt einen vergleichsweise zwei-, drei-, viermal größern Raum ein, ohne daß doch ein Flächenwachstum stattgefunden hat. Die nicht verdünnten fettgetränkten Teile der äußern Schale spielen bei diesen Vorgängen nur eine passive Rolle. Das Wasser vermag durch dieselben in den Innenraum nicht einzudringen, und auch beim Anschwellen der Zellen findet wohl eine Veränderung der Konturen, aber weder eine Dehnung noch ein Flächenwachstum dieser Schale statt. Auch späterhin, wenn die Intine auswächst und die Gestalt eines Schlauches annimmt, wird die äußere Schale der Pollenzelle nicht wesentlich verändert; die verdünnten Stellen derselben werden durchbrochen, wo Deckel vorhanden waren, werden sie abgehoben, und der zur Samenanlage wandernde, von der schlauchförmigen Intine bekleidete Protoplast verläßt an einer der verdünnten Stellen das Gehäuse der äußern Schale, nicht unähnlich dem Embryo, der bei der Keimung die starre Samenhaut verläßt. So wie es aber bei der Keimung von Vorteil ist, wenn die Samenhaut auf dem Keimbeete fixiert ist, weil dadurch der auswachsende und mit seinem Würzelchen in die Erde eindringende Embryo einen festen Rückhalt gewinnt, so mag es auch für den sich streckenden und seine bisherige starre Hülle verlassenden Pollenschlauch von Wert sein, wenn diese Hülle festgehalten wird, und insofern mag wohl auch den Riefen, Kämmen, Dörnchen und Nadeln als Befestigungsmittel an jene Stelle, wo das Austreiben des Pollenschlauches stattfinden soll, eine besondere Bedeutung zukommen.

Die wichtigste Rolle spielen aber die Skulpturen, Auswüchse und Überzüge der äußern Schale insofern, als durch sie das Zusammenhängen größerer Mengen einzelner Pollenzellen zu krümeligen Massen, das Zurückbleiben derselben in den Rissen der aufgesprungenen Antherenfächer und das Anheften an Insekten und andre Tiere, welche Nahrung suchend in die Blüte kommen begünstigt wird. Man kann diese Eigenschaft kurzweg Haftvermögen und den Pollen, welchem diese Eigenschaft zukommt, zusammenhängenden oder haftenden Pollen nennen im Gegensatze zu den stäubenden Pollen, dessen Zellen oberflächlich glatt und nichts weniger als klebrig sind, die unter sich auch nicht zusammenhängen, an fremde Körper nicht anhaften, dagegen bei der geringsten Erschütterung und dem leisesten Anhauche als Staub in die Lüfte wirbeln.

Es versteht sich von selbst, daß Pollenzellen mit glatter Oberfläche, welche die Form einer Kugel oder eines Ellipsoids besitzen, leichter ausstäuben als jene, welche eine würfelförmige

dodekaedrische und andre kristallähnliche Gestalt zeigen. Kugeln und Ellipsoide haben eben weniger Berührungspunkte als kristallähnliche Körper, welche sich mit ihren ebenen Flächen aneinander legen. Selbstverständlich wird die Zahl der Berührungspunkte außerordentlich vermehrt, wenn die Oberfläche mit Riefen, Körnern, Warzen, Dörnchen und nadel- oder haarförmigen Auswüchsen besetzt ist. Kurze Vorsprünge an der Oberfläche benachbarter Pollenzellen greifen wie die Räder eines Uhrwerkes ineinander, längere Fortsätze verschränken sich wie die Finger der gekreuzten Hände, und so kommt es, daß oft Hunderte benachbarter Pollenzellen wie Klettenköpfe aneinander hängen. Daß die dadurch gebildeten krümeligen Klümpchen leicht an den Borsten, Haaren, Rüsseln und Beinen der anstreifenden Insekten anhaften, braucht nicht erst näher begründet zu werden.

In hohem Grade wird das Haftvermögen gesteigert, wenn die Oberfläche der Pollenzellen mit fettem Öle überzogen ist, und man überzeugt sich leicht, daß die Pollenzellen desto leichter anhaften und zusammenhängen, je reichlicher Öl an ihrer Oberfläche ausgeschieden ist. Es verdient hier hervorgehoben zu werden, daß bei vielen Arten sogar die von der äußern Schale der Pollenzellen ausgehenden nadelförmigen Fortsätze mit Öl überzogen sind. Daß auch durch die den Pollenzellen auflagernde Viscinmasse ein Ankleben des Pollens an fremde Körper erfolgt, wurde schon im vorhergehenden (S. 101) besprochen. Ich komme daher zu dem Ergebnisse, daß sowohl die kristallähnliche Form und die mannigfaltigen Riefen, Kämme, Warzen, Dörnchen und Nadeln als auch die Überzüge aus fettem Öle und die Auflagerung viscinartiger Massen als Einrichtungen zu gelten haben, durch welche das Haftvermögen des Pollens bedingt ist.

Je nach dem Fehlen oder Vorwalten der einen oder andern dieser Einrichtungen ergeben sich alle erdenklichen Abstufungen von stäubenden, mehligen, krümeligen, klumpigen, schmierigen und wachsartigen Pollen. Damit ist freilich ausgesprochen, daß eine scharfe Grenze zwischen stäubenden und haftenden Pollen eigentlich nicht besteht, indessen ist doch ein recht auffallender Gegensatz zwischen jenen Blüten, deren Antheren stäubenden, und jenen, deren Antheren zusammenhängenden Pollen entwickeln, vorhanden, und es werden daher, gestützt auf diesen Gegensatz, die verschiedenen Vorgänge bei der Befruchtung, insbesondere die Übertragung des Pollens von Blüte zu Blüte, in den nachfolgenden Zeilen getrennt zu behandeln sein. Hier ist nur noch die Bemerkung einzuschalten, daß sich der Gegensatz von stäubend und haftend nicht nur auf die vereinzelten, sondern auch auf die gewebeartig zu Tetraden verbundenen Pollenzellen bezieht. Wenn man die Blüten der Eriken beklopft, so stäubt es aus ihnen wie aus den Kätzchen der Haselsträucher hervor, und doch ist dieser Staub nicht aus getrennten Pollenzellen, sondern aus Tetraden gebildet. An den Azaleen und Alpenrosen dagegen sind, wie schon früher (S. 101) erwähnt wurde, die Pollentetraden ähnlich den vereinzelten Pollenzellen der Nachtkerzen und des Weidenröschens durch zähe Fäden umsponnen und verkettet.

Welchen Vorteil es bietet, daß hier Pollentetraden, dort einzelne Pollenzellen ausgebildet werden, warum in dem einen Falle das Anhaften durch Rippen, Kämme und Warzen, im andern Falle durch spitze Dörnchen und Nadeln bewirkt wird, warum das eine Mal Öl, das andre Mal Viscin als Klebemittel Verwendung findet, ist schwer zu sagen. Wahrscheinlich richtet sich diese Verschiedenheit nach der verschiedenen Gestalt der blütenbesuchenden und den Pollen abstreifenden Insekten, gewiß auch nach der Form der Narben, auf welche die Pollenzellen und Tetraden übertragen werden, und auf welchen das Austreiben der Pollenschläuche erfolgen soll. Daß durch bestimmte Skulpturen an der äußern Schale der Zellhaut auch ein Schutz gegen unzeitige Durchnässung der Pollenzellen geboten werden kann, wird im nachfolgenden Kapitel zur Sprache kommen.



Die Schutzmittel des Pollens.

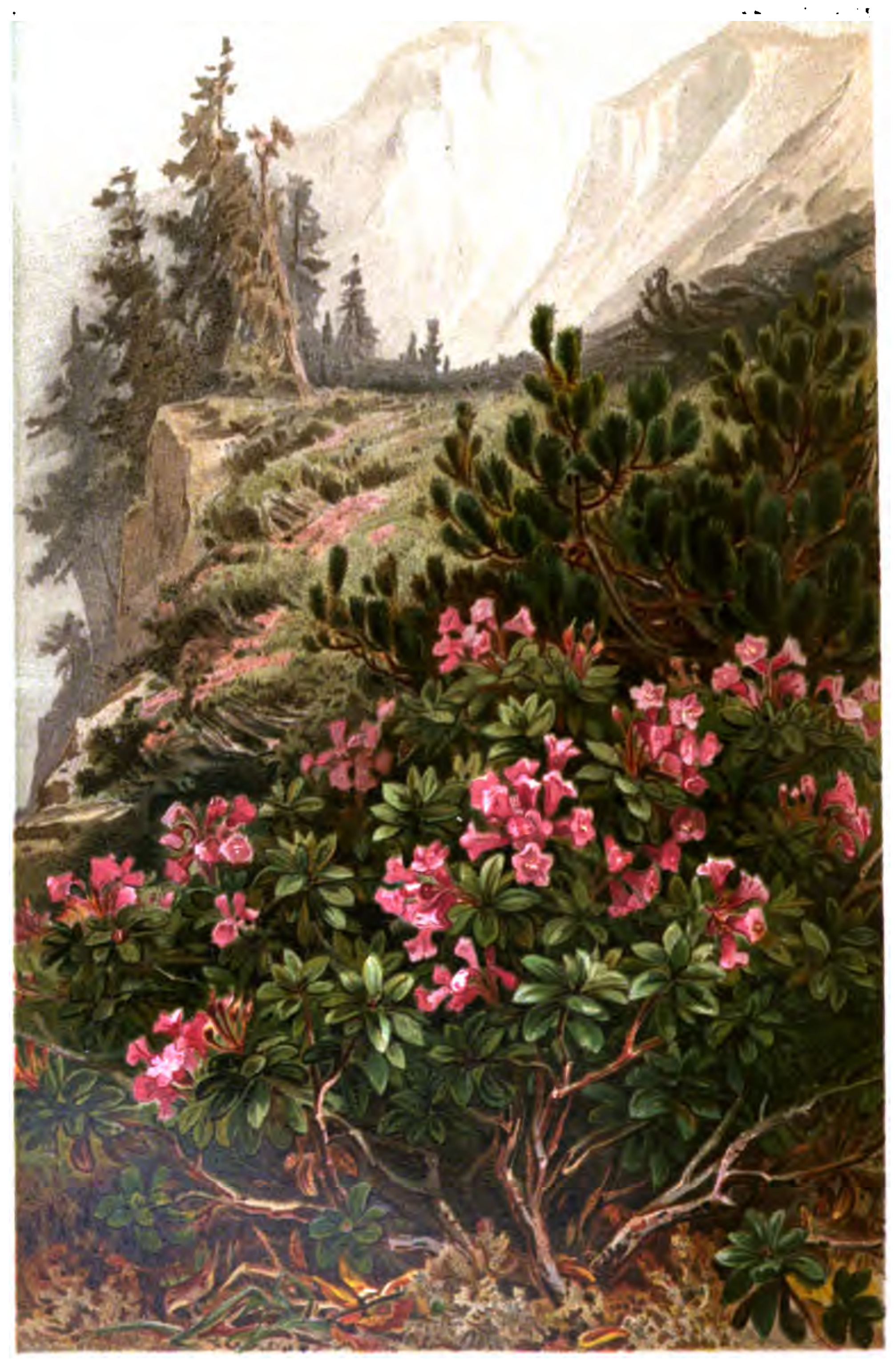
Wer von der Landseite her nach Venedig kommt, sieht dort zu beiden Seiten des als Fahrbahn benutzten langen Dammes endlose, mit Schilf und Riedgras besetzte Sümpfe und dazwischen die berüchtigten, unter dem Namen Lagunen bekannten Ansammlungen brackigen Wassers, in welchen sich eine vorherrschend aus Laichkräutern und Najadeen gebildete Vegetation breit macht. Insbesondere fällt in den Lagunen der den seichten, sandig-schlammigen Grund in ausgedehnten Beständen überwuchernde Wasserriemen (Zostera) auf, dessen untergetauchte bandartige, braungrüne, fast an Tange erinnernde Blätter gesammelt, getrocknet, zum Verpacken der Glaswaren und in neuerer Zeit auch als geschätztes Material zur Füllung von Polstern unter dem Namen Seegras in den Handel gebracht werden. Diese Wasserriemen, von welchen man zwei Arten unterscheidet, weichen nicht nur durch ihr Aussehen, sondern auch durch die Entwickelung und die Übertragung des Pollens so sehr von den andern Phanerogamen ab, daß man fast versucht sein könnte, denselben mitsamt ihren nächsten Verwandten einen besondern Platz im System anzuweisen, wenn nicht das Vorhandensein zahlreicher Mittelformen und Verbindungsglieder dagegen spräche.

Zunächst fällt auf, daß an dem Pollen der Wasserriemen die für die meisten Pollenzellen so charakteristische äußere Schale der Zellhaut fehlt. Auch zeigen die Pollenzellen, sobald sie die unter Wasser sich öffnende Anthere verlassen, die Gestalt eines langgestreckten cylindrischen Schlauches. Solcher Pollen braucht, wenn er unter Wasser von der bandförmigen Narbe aufgefangen wird, nicht erst Pollenschläuche zu treiben, denn er hat dieses Entwickelungsstadium eigentlich schon in der Anthere erreicht. Bei den mit den Wasserriemen zunächst verwandten, teils im brackigen, teils im Meerwasser wachsenden Arten der Gattungen Posidonia und Cymodocea liegen die langen, an Hyphen erinnernden Pollenzellen in mannigfaltigen Verschlingungen und Wellenlinien geordnet in der Anthere, und wenn sie diese verlassen und durch die Bewegungen des Wassers zu den langen fadenförmigen Narben hingetrieben werden, bleiben sie an ihnen hängen wie die Spermatozoiden an der Trichogyne der Florideen. Der fadenförmige Pollen von Halophila ist sogar durch Querwände in mehrere Kammern geteilt, wird von den fadenförmigen Narben unter Wasser aufgefangen und wächst längs derselben in die Fruchtknotenhöhle hinab. Bei den Arten der Gattung Najas sowie jenen von Zannichellia haben die Pollenzellen, solange sie in der geschlossenen Anthere geborgen sind, eine kugelige oder ellipsoidische Gestalt, nachdem sich aber die Anthere geöffnet hat, gestalten sie sich zu Schläuchen, werden durch die Strömungen des Wassers hin- und hergetrieben und zu den Narben gebracht. Bei Zannichellia hat die Narbe die Gestalt eines dreieckigen, verhältnismäßig großen Lappens, und indem drei oder vier dieser Lappen sich mit den Rändern berühren, entsteht eine Art Trichter, welcher als Auffangegefäß für die schwimmenden Pollenzellen dient.

Die hier vorgeführten Gewächse, alles in allem genommen etwa 50 Arten, wurden von den ältern Botanikern unter dem Namen Najadeen zusammengefaßt und werden von den neuern in die Familien der Potamogetonaceen, Najadaceen und Hydrocharitaceen eingereiht. Sie sind sämtlich als Wasserpflanzen anzusprechen; es wäre aber anderseits ein Irrtum, zu glauben, daß sämtlichen Wassergewächsen derselbe Pollen zukommt, wie ihn die Wasserriemen und die Arten von Halophila, Posidonia, Cymodocea, Najas und Zannichellia zeigen, d. h. ein Pollen, welcher der äußern Schale der Zellhaut entbehrt, die Gestalt eines Pollenschlauches annimmt und durch die Wasserströmungen seiner Bestimmung zugeführt wird. Im Gegenteile, Tausende von Wasserpflanzen entbinden den Pollen nicht unter, sondern über dem Wasser, die Zellen desselben sind kugelig oder ellipsoidisch, besitzen auch eine deutliche äußere Schale und werden nicht durch Wasserströmungen, sondern durch den

Wind oder durch Vermittelung der Insekten zu den Narben gebracht. Das gilt selbst für jene Gewächse, deren belaubter Teil zeitlebens unter Wasser bleibt. Aldrovandia, Hottonia und Utricularia, zahlreiche Laichkräuter (Potamogeton) und Wasserranunkeln (Batrachium), noch vieler andrer nicht zu gedenken, bringen ihre Blüten stets über den Wasserspiegel, damit der Pollen im Bereiche der Luft aus den Antheren entbunden und von Blüte zu Blüte übertragen werden kann. Selbst an den Arten des Wassersternes (Callitriche), von welchen ehemals behauptet wurde, daß sich deren Befruchtung unter Wasser vollziehe, sah ich, daß das Öffnen der Antheren nur über Wasser an der Luft erfolgt, und daß sich, wenn die Verhältnisse danach sind, die fadenförmigen Träger der Antheren so lange strecken und in die Länge wachsen, bis die Anthere endlich über den Wasserspiegel emporragt. Gelingt das nicht, so öffnen sich die Antheren der betreffenden Blüten überhaupt nicht; der sphärische Pollen bleibt in ihnen eingeschlossen und verwest mitsamt der Anthere und deren Träger unter dem Wasser. Auch die berühmten Vallisneria (s. Bd. I, S. 626), auf welche später nochmals die Rede kommen wird, entläßt den Pollen aus ihren Antheren nur an der Luft. Die Knospen der Pollenblüten entwickeln sich zwar unter Wasser, aber sie lösen sich als geschlossene Blasen von der Spindel des Blütenstandes ab und öffnen sich erst dann, wenn sie die Oberfläche des Wassers erreicht haben. Die Pollenblätter ragen dann aus den geöffneten, wie kleine Nachen herumschwimmenden Blüten in die Luft empor, und nun erst reißen die Antheren auf, und der Pollen tritt hervor. Künstlich unter Wasser zurückgehalten, öffnen sich weder die Blütenknospen noch die Antheren, sondern sie verwesen, und der Pollen geht unter Wasser zu Grunde. Und so wie von diesen Wasserpflanzen verdirbt auch der Pollen der hunderttausend auf dem Lande sprossenden und blühenden Gewächse, sobald er zufällig in das Wasser fällt oder absichtlich untergetaucht erhalten wird.

Es ist also Thatsache, daß, abgesehen von beiläufig 50 Arten, als deren Vorbild der Wasserriemen gelten kann, die Phanerogamen einen Pollen entwickeln, für welchen der Transport und das längere Verweilen unter Wasser schädlich ist. Unwillkürlich drängt sich da die Frage auf, wie es komme, daß gerade jene Zellen, welche zum Austreiben der Pollenschläuche flüssiger Stoffe in so reichlicher Menge bedürfen, durch Wasser benachteiligt werden? Es besteht eben ein großer Unterschied zwischen der Aufnahme reinen Wassers und der Aufnahme der flüssigen, von den Narben gelieferten Stoffe. Kommt die Pollenzelle auf die Narbe, so nimmt sie die ihr gebotenen flüssigen Stoffe sehr allmählich auf, und der Pollenschlauch treibt verhältnismäßig langsam hervor. Wird dagegen die Pollenzelle absichtlich unter Wasser getaucht, oder wird sie in der freien Natur von Regen und Tau genetzt und gewissermaßen in ein Wasserbad versetzt, so erfolgt die Wasseraufnahme fast augenblicklich; die Intine wird allerwärts, wo die Exine keinen Widerstand bildet, vorgedrängt, und die Pollenzelle erscheint im Nu angeschwollen und aufgetrieben. Man kann das wohl nicht eigentlich ein Auswachsen des Pollenschlauches nennen. In so kurzer Zeit könnte ein Wachstum gar nicht erfolgen, und was sich da abspielt, ist nur ein Glätten der bisher eingestülpten Falten und eine Dehnung der Intine. Häufig wird sogar die Grenze der Dehnbarkeit überschritten; der vorgestülpte Teil der Intine platzt, das Spermatoplasma quillt hervor, zerfließt als eine feinkörnige, schleimige Masse in dem umgebenden Wasser, und damit ist die Pollenzelle verdorben und vernichtet. Aber auch dann, wenn die Intine nicht platzt, wird doch der Pollen durch die rapide Wasseraufnahme so verändert, daß sein Protoplasma die Befruchtungsfähigkeit einbüßt. Es scheint, daß bei längerm Verweilen der Pollenzellen unter Wasser die darin eingeschlossenen Protoplasten förmlich ersäuft werden. So viel ist gewiß, daß die ungeheure Mehrzahl der Pollenzellen unter Wasser verdirbt, und daß schon die Benetzung mit Wasser eine große Gefahr mit sich bringt. Diese Gefahr, welche sozusagen täglich bei Zutritt von Regenwasser und reichlichem



ALPENROSEN UND LEGFÖHREN (Tirol).

(Nach der Natur von Ernst Heyn.)

Tau eintreten kann, muß vermieden werden; der Pollen muß tauglich erhalten werden, er muß durch Schutzmittel gegen den schädlichen Einfluß der Nässe, zumal der atmosphärischen Niederschläge, gesichert sein, er muß sich unter Umständen entwickeln können, bei welchen die Nässe als schädlicher Faktor überhaupt nicht in Betracht kommt.

Dort, wo Regenzeiten und regenlose Perioden gesetzmäßig miteinander abwechseln, wie beispielsweise in den Llanos von Venezuela, in den brasilischen Campos, in den trocknen Gebieten Indiens und des Sudans, vor allen aber in dem südlich des Wendekreises gelegenen Teile Australiens, wo sich der Regen ganz auf den Winter beschränkt und später monatelang ausbleibt, ist der Schutz des Pollens gegen Wassergefahr indirekt durch das Klima gegeben, oder besser gesagt, für den Pollen der in regenlosen Perioden blühenden Gewächse sind Schutzmittel gegen den Regen überflüssig. Die Bäume, welche sich in den merkwürdigen Waldsavannen Neuhollands über das Grasland erheben, ebenso die zahlreichen, in dichten Beständen wachsenden, starren und saftarmen Sträucher, welche dem an die Waldsavannen angrenzenden „Scrub" angehören, blühen erst dann auf, wenn die Regenzeit vorüber ist, also in einer Periode, in welcher sie auch nicht mehr Gefahr laufen können, daß ihre Blüten vom Regen durchnäßt werden. Wo aber keine Gefahr ist, fällt auch die Notwendigkeit eines diese Gefahr abwehrenden direkten Schutzmittels weg, und die zahlreichen neuholländischen Mimoseen und Myrtaceen, ja auch die Proteaceen, welche sich ganz vorzüglich an der Zusammensetzung der eben erwähnten Gebüschdickichte beteiligen, sind dem entsprechend jeder Einrichtung bar, welche zum Schutze des an den aufgesprungenen Antheren haftenden Pollens dienen könnte. Diese Pflanzen behalten ihren starren Charakter auch während der Blütezeit bei; die zahlreichen fadenförmigen Träger der Antheren in den Blüten der Akazien sowie der zahllosen Arten von Callistemon, Melaleuca, Eucalyptus, Calothamnus und Metrosideros ragen weit über die kleinen Blumenblätter hinaus, und auch die griffelförmigen Träger der Fruchtknoten der Proteaceen, auf deren Spitze sich der aus den Antheren entbundene Pollen ablagert, strecken sich nach ihrem Aufschnellen ungeschützt weit über die unscheinbaren Blumenblätter vor.

Wie ganz anders stellt sich dagegen die Form der Blüten auf einem Gelände dar, wo die größte Zahl der atmosphärischen Niederschläge in die Blüteperiode fällt. In den mittel- und südeuropäischen Hochgebirgen, wo dieses Zusammentreffen thatsächlich stattfindet, müssen die Gewächse, während sie blühen, täglich auf einen Regen gefaßt sein. Zudem triefen dort alle Pflanzen am frühen Morgen von Tau, und auch im Laufe des Tages hängen sich bei dem Vorüberziehen der Nebel Wassertröpfchen an Laub und Blüten an. Der an den aufgesprungenen Antheren haftende Pollen muß hier nicht selten wochenlang warten, bis einige sonnige trockne Stunden und mit ihnen Bienen und Falter kommen, welche den Pollen abholen und auf die Narben andrer Blüten übertragen. Wenn es daher irgendwo eines ausgiebigen Schutzes des Pollens gegen Nässe bedarf, so ist es hier der Fall. Überblickt man die Pflanzen, welche das niedere Buschwerk in dieser Region zusammensetzen, welcher Gegensatz zu den Gewächsen der neuholländischen Gebüschdickichte! Der Heiderich (Calluna vulgaris) sowie die niedern Heidelbeer-, Moosbeer- und Preißelbeersträucher (Vaccinium Myrtillus, uliginosum, Vitis idaea) haben glockenförmige oder krugförmige Blumenkronen, die an gekrümmten Stielen überhängen, mit der Mündung der Blüten der Erde zusehen und sich wie ein Schutzdach über die versteckten, mit Pollen beladenen Antheren wölben. Auch die aus Alpenrosensträuchern (Rhododendron) gebildeten Bestände, welche die Flanken unsrer Hochgebirge überkleiden, und von welchen E. Heyn auf der beigehefteten Tafel „Alpenrosen und Legföhren in Tirol" ein prächtiges naturwahres Bild geliefert hat, weisen Blüten auf, welche gegen den schief aufrechten Stiel unter einem

rechten Winkel geneigt sind, wodurch die pollenbedeckten Antheren unter ein schützendes Dach gestellt erscheinen.

Auf ein solches Überwölben und Einhüllen laufen denn auch alle die zahlreichen Einrichtungen hinaus, durch welche der Pollen direkt gegen Nässe geschützt wird. Daß trotz der Einfachheit des Zieles diese Einrichtungen im einzelnen doch so mannigfaltig sind, hat aber seinen Grund darin, daß die Einhüllung auch wieder nicht zu weit gehen darf. Auf keinen Fall darf nämlich durch sie die Verbreitung des Pollens, die Übertragung desselben auf die Narben andrer Blüten, durch Luftströmungen oder durch Vermittelung der Insekten behindert werden, ja es kommt vielmehr gerade denjenigen Blütenteilen, welche über den Pollen ein schirmendes Dach gegen den Regen spannen, sehr häufig noch die Aufgabe zu, nach Ablauf des Regens die Übertragung des Pollens zu befördern.

Entsprechend der Mannigfaltigkeit der Ausbildungen für die Übertragung des Pollens durch Luftströmungen oder durch Falter, Hummeln, Bienen, Käfer und Fliegen, ist aber dann auch der Schutz, welcher dem Pollen gegen die Nässe geboten wird, mannigfach modifiziert. Auch darin erscheinen die Schutzmittel vielfach abgeändert, daß in dem einen Falle das Dach sich unmittelbar über den Pollen, in dem andern über eine ganze Blumengruppe, hier über eben geöffnete, mit Pollen beladene Antheren, dort über jene Stelle der Blüte, wo aus den Antheren losgelöster Pollen zeitweilig abgelagert wurde, ausspannt, daß anderseits bald die Antherenwandungen selbst, dann wieder die Narben, die Kronenblätter, die Blütenhüllen, ja selbst die Laubblätter zu Schutz und Schirm des Pollens herhalten müssen. Das letztere ist insbesondere an den Lindenbäumen zusehen, deren Blüten immer so gestellt sind, daß sie zur Zeit, wenn die Antheren Pollen ausbieten, von den breiten flachen Laubblättern überdacht werden. Wenn auch noch so heftige Gußregen über den Lindenbaum niederrauschen, die Regentropfen prallen doch sicher von den Flächen des Laubes ab, und es kommt nur ausnahmsweise vor, daß eine oder die andre der tausend unter den Laubblättern postierten Blüten vom Regen benetzt wird. Ähnlich verhält es sich an einigen Arten der Gattung Daphne (z. B. Daphne Laureola und Philippi), an mehreren Malvaceen (z. B. Althaea pallida und rosea) und an der auch in andrer Beziehung sehr merkwürdigen und später noch wiederholt zu besprechenden Impatiens Nolitangere (s. Abbildung, S. 109, Fig. 1). Die kleinen Blütenknospen stehen an dieser Pflanze mit ihren zarten Stielen über der Fläche des anfänglich zusammengefalteten, oberseits rinnigen Laubblattes, aus dessen Achsel sie hervorgegangen sind; später aber, wenn die Blütenknospen größer werden und ihre Stiele sich verlängern, gleiten die letztern an der einen Seite des mit seinen Rändern noch immer aufgebogenen Laubblattes hinab und verbergen sich förmlich unter demselben. Das Laubblatt breitet sich dann flach aus und fixiert mit dem einen Lappen seiner herzförmig ausgeschnittenen Basis den hinabgewachsenen Blütenstiel, beziehentlich die von demselben getragenen Knospen. Öffnen sich dann diese Knospen und zugleich die Antheren, so erscheinen sie gedeckt durch eine glatte Laubblattfläche, über welche die niederträufelnden Regentropfen abrollen, ohne jemals die Blüte und ihren Pollen zu netzen.

An vielen Aroideen wird der Blütenkolben zur Zeit, wenn der Pollen aus den aufgesprungenen Antheren hervordrängt, von dem großen gemeinschaftlichen Hüllblatte, der sogenannten Blütenscheide, ganz überdacht, so namentlich an dem bizarren japanesischen Arisema ringens, dessen Blütenscheide wie eine phrygische Mütze über den Blütenstand gewölbt ist, und nicht weniger wunderlich an der auf S. 110, Fig. 1 abgebildeten Ariopsis peltata, deren Blütenkolben gegen jede Benetzung durch Regen und Tau mittels eines Hüllblattes geschützt wird, das am besten mit einer umgestürzten Barke verglichen werden kann. Der zu den Myrtaceen gehörende Strauch Genetyllis tulipifera trägt an den Enden

seiner dünnen holzigen Zweige Blütenstände, welche man beim ersten Anblicke für überhängende Tulpen halten möchte. Sieht man näher zu, so ergibt sich, daß die großen weißen, rot geäderten Blätter, welche an die Blumenblätter der Tulpe erinnern, Hüllblätter sind, welche die dicht zusammengedrängten Blüten wie eine Sturzglocke überdecken, und über welche die Regentropfen wie über einen Regenschirm abfließen müssen. An den Pisangen (Musa, Urania) sind die Blüten zur Zeit der Pollenreife gleichfalls von großen Hüllblättern überdeckt, welche später, wenn der Pollen verbraucht und ein Schutz desselben überflüssig geworden ist, sich ablösen und zu Boden fallen. In den Pollenblüten des zweihäusigen Sanddornes (Hippophaë rhamnoides), welche in den Winkeln schuppenförmiger Deckblätter an

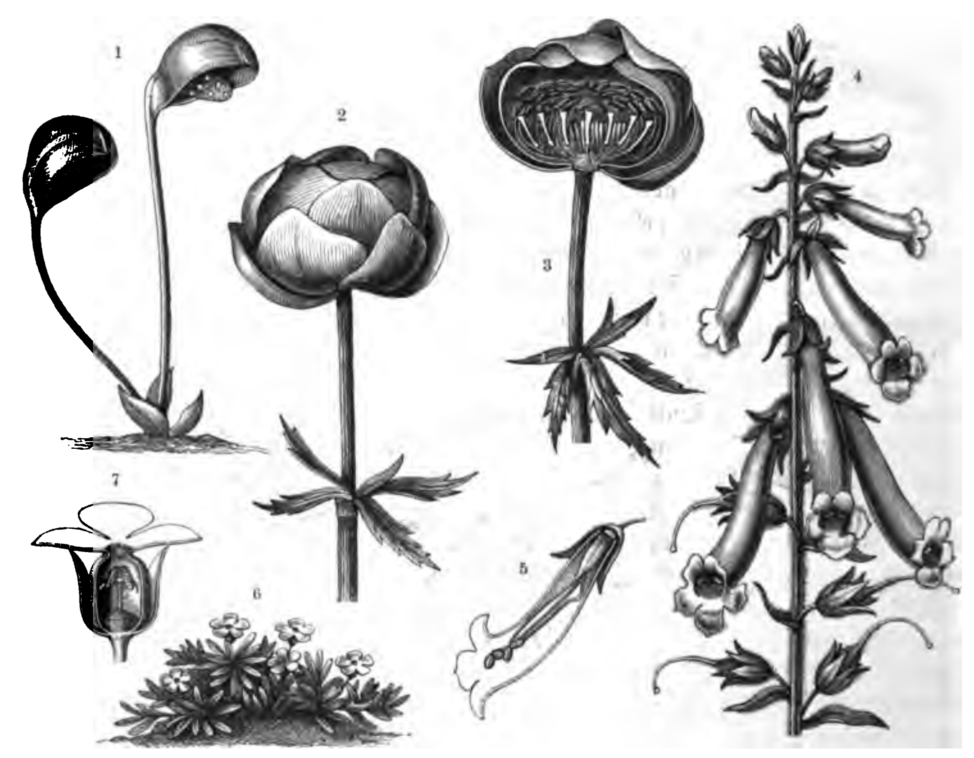


Schutzmittel des Pollens gegen Nässe: 1. Impatiens Nolitangere. — 2—5. Hippophaë rhamnoides. — 6. Convallaria majalis. — 7. Euphrasia officinalis. — 8. Iris sibirica. — Fig. 1, 2, 6, 7, 8 in natürlicher Größe; Fig. 3, 4, 5 etwas vergrößert. Vgl. Text, S. 108—111, 118, 147 und 148.

der Basis der jungen Seitensprosse ährenförmig gehäuft beisammenstehen (s. obenstehende Abbildung, Fig. 2), zeigen sich an kurzen, fadenförmigen, aufrechten Trägern vier Antheren, aus welchen schon zur Zeit, wenn die Blüte noch knospenartig geschlossen ist und sich wie eine kleine Blase ausnimmt (Fig. 3), der reichliche staubförmige Pollen ausfällt. Dieser Pollen ist orangefarbig und erfüllt nach seinem Ausfallen den Grund der Blüte (Fig. 4 und 5). Er soll bei trocknem Winde zu den Narben der Fruchtblüten, die sich an andern Stöcken, oft Hunderte von Schritten entfernt, entwickelten, übertragen werden. Ehe sich dieser Wind einstellt, können mehrere Tage vergehen, und es ist die Gefahr vorhanden, daß im Laufe dieser Tage der aufgespeicherte Pollen vom Regen oder Tau zum Transport durch den Wind untauglich gemacht, daß er durchnäßt und verdorben wird. Um diese Gefahr zu vermeiden, klaffen die beiden schalenförmigen Hüllblätter, welche mit ihrer hohlen Seite einander zugewendet sind und, wie schon bemerkt, eine die Antheren und den Pollen umschließende Blase bilden, an den Seiten auseinander, und es entstehen dadurch zwei gegenüberliegende spaltenförmige Öffnungen, wie an den Figuren 4 und 5 der obenstehenden Abbildung zu ersehen ist. Am Scheitel bleiben die beiden Schalen verbunden und bilden so ein Gewölbe,

welches den darunter abgelagerten Pollen vollkommen gegen die atmosphärischen Niederschläge zu schützen im stande ist. Fällt aber ein geeigneter Wind ein, so bläst dieser den stäubenden Pollen durch die Spalten der Blase hinaus und führt ihn weithin zu den Narben andrer Sanddornstöcke.

Die auf feuchten Wiesen der arktischen Flora und auch südwärts in den Gebirgsgegenden der Alten Welt verbreiteten Arten der Gattung Trollblume (Trollius), von welchen eine, nämlich Trollius europaeus, untenstehend, Fig. 2 und 3, abgebildet ist, sind sozusagen täglich dem Regen oder reichlichem Taue ausgesetzt. Dennoch wird der Pollen derselben niemals durch die atmosphärischen Niederschläge genetzt. Die mit Pollen beladenen



Schutzmittel des Pollens gegen Nässe: 1. Ariopsis peltata. — 2. Blüte des Trollius europaeus. — 3. Dieselbe Blüte; die vordern Blumenblätter weggeschnitten. — 4. Digitalis lutescens. — 5. Eine einzelne Blüte dieser Digitalis im Längsschnitte. — 6. Aretia glacialis. — 7. Eine einzelne vergrößerte Blüte dieser Aretia im Längsschnitte. Vgl. Text, S. 108, 111 und 118.

Antheren sind nämlich von den am Blütenboden entlang einer Schraubenlinie angeordneten Blumenblättern förmlich eingekapselt. Die Insekten, welche diese Blüten gern besuchen, um den Honig aus den um die Pollenblätter herumstehenden gestielten Nektarien zu saugen, müssen das Dach, welches aus den zusammenschließenden und sich teilweise deckenden obern Blumenblättern gebildet wird, durchbrechen, wenn sie in den Innenraum der Blüte kommen wollen. Kräftigern Bienen gelingt das bei der Biegsamkeit dieser Blätter allerdings sehr leicht; niederfallende Regentropfen aber vermögen nicht einzudringen, sondern gleiten außen über die Blumenblätter herab. Auch die Blumenkronen der Lerchensporne, der Calceolarien, des Leinkrautes und des Löwenmauls (Corydalis, Calceolaria, Linaria, Antirrhinum) bilden eine ringsum geschlossene Hülle um die pollentragenden Antheren. Ebenso ist der Pollen der Schmetterlingsblütler bis zu dem Momente des Insektenbesuches in dem aus den beiden Blättern des sogenannten Schiffchens gebildeten Hohlraume geborgen.

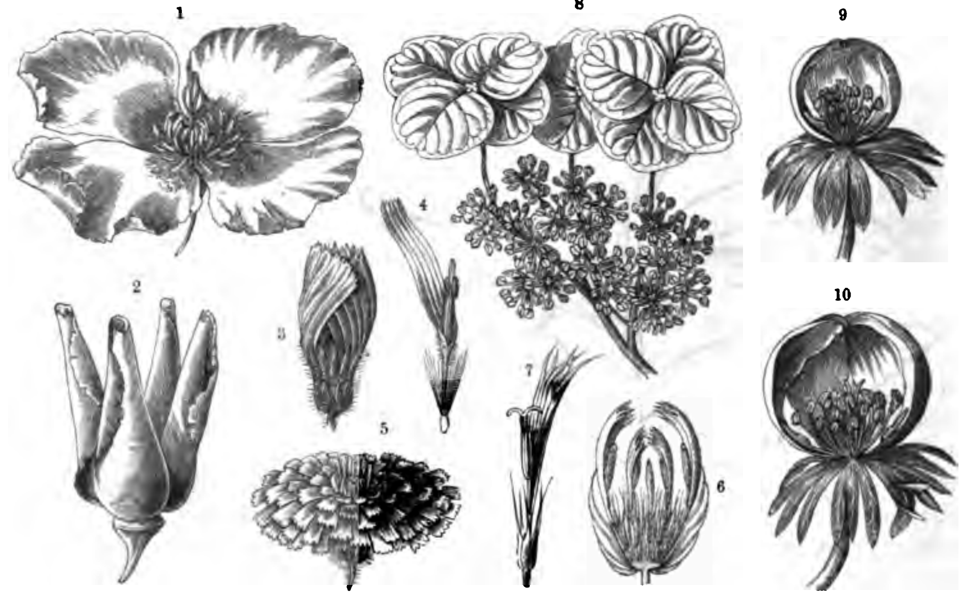
Bei der Mehrzahl der Lippenblütler, bei dem Fettkraut, dem Klappertopf, dem Wachtelweizen und Augentrost (Pinguicula, Rhinanthus, Melampyrum, Euphrasia; s. Abbildung, S. 109, Fig. 7), ebenso bei dem Veilchen (Viola), dem Eisenhut (Aconitum) und noch zahllosen andern Pflanzen, deren Blumen mit ihrer Mündung nach der Seite sehen, erscheint der Pollen zwar nicht förmlich eingekapselt, aber doch durch einen Teil der Blumenblätter überwölbt und wie durch ein Dach gegen Regen und Tau geschützt. Den seitlich gerichteten Blüten des Akanthus (Acanthus), welche in ihrer allgemeinen Form lebhaft an jene der Lippenblütler erinnern, aber keine vorragende Oberlippe besitzen, wird der Schutz des Pollens durch ein an Stelle der Oberlippe sich vorstreckendes Kelchblatt vermittelt. Einen seltsamen Schutz des Pollens durch Blumenblätter beobachtet man an den Blütenständen der mit den Hortensien verwandten, in Florida einheimischen Hydrangea quercifolia (s. Abbildung, S. 112, Fig. 8). Die zu einem schönen ansehnlichen Strauße vereinigten Blüten dieser Pflanze sind zweierlei Art; die einen enthalten Pollenblätter und Stempel, aber nur sehr kleine grünliche Blumenblätter, welche nicht im stande wären, den Pollen der neben ihnen stehenden Pollenblätter gegen Regen und Tau zu schützen; die andern enthalten weder Pollenblätter noch Stempel, aber ihre Blumenblätter sind sehr groß, weiß gefärbt, flach ausgebreitet und so zusammengefügt, daß sie sich an ihren aufrechten Stielen wie Regenschirme ausnehmen. Sie erheben sich von den äußersten und obersten Ästchen des Straußes und sind immer so gestellt, daß durch sie der Regen von den tiefer stehenden, in Doldenform gruppierten kleinen, aber pollenführenden Blüten abgehalten wird.

In seltenen Fällen fungieren auch die Narben als Schutzmittel des Pollens. Am auffallendsten bei den Schwertlilien (Iris). Die Narben dieser Pflanzen sind blumenblattartig und bilden drei sanft nach außen gebogene Blätter, deren jedes mit zwei gezahnten Zipfeln endigt (s. Abbildung, S. 109, Fig. 8). Die gewölbte, längs der Mittellinie gewöhnlich etwas gekielte Seite dieser blattartigen Narben ist nach oben, die ausgehöhlte Seite nach unten gekehrt. Dieser ausgehöhlten Seite dicht anliegend, findet man unter jeder Narbe eine pollenbeladene Anthere, und diese ist hier so trefflich geborgen, daß sie selbst bei strömendem Regen niemals von einem Wassertropfen getroffen werden kann.

Auf einem wesentlich andern Prinzip beruht die Ausbildung des Schutzes bei jenen Pflanzen, deren Blüten die Gestalt eines gestielten Tellers haben und deswegen von den Botanikern stieltellerförmig (hypocrateriformis) genannt wurden. Die hierher zu zählenden Arten von Phlox und Daphne und vor allem die zierlichen Arten der die nebelreiche Region des Hochgebirges bewohnenden Primulaceen aus der Gattung Mannsschild (Androsace, Aretia) sowie die hübschen Primeln mit aufrechten Blüten (z. B. Primula farinosa, denticulata, Cashmiriana) tragen Blumen, welche nach oben nicht überwölbt oder überdacht, sondern mit der unverschlossenen Mündung ihrer plötzlich in den ausgebreiteten Saum übergehenden Röhre gegen den Himmel gewendet sind (s. Abbildung, S. 112, Fig. 6 und 7), so daß sich Tau und Regentropfen auf dem die Mündung der Röhre umgebenden Saume ansammeln können. Es scheint unvermeidlich, daß hier ein Teil der Wassertropfen zu den in der Röhre eingefügten pollenbedeckten Antheren gelange. Und dennoch bleibt der Pollen vom Regen verschont und unbenetzt; denn die Röhre ist an ihrem Übergange in den Saum ganz plötzlich zusammengeschnürt, häufig auch mit kallösen Schwielen besetzt und infolgedessen so verengert, daß zwar Insekten mit dünnem Rüssel einfahren und im Blütengrunde Honig saugen können, daß aber die auf dem Saume etwa aufgelagerten Regen- und Tautropfen zurückbleiben müssen, weil die Luft aus der Röhre nicht entweichen kann. Nach einem Regen findet man auf jeder Blüte des auf S. 110, Fig. 6 abgebildeten, auf den Moränen vorkommenden Gletscher-Mannsschildes (Aretia glacialis) einen Wassertropfen gelagert, der die Luft in der engen, darunter befindlichen Röhre etwas komprimiert, aber den tiefer unten in

der Röhre an den Antheren haftenden Pollen nicht erreichen kann. Bei nachfolgender Erschütterung durch den Wind rollen die Wassertropfen von dem Saume der Blumenkrone ab, oder sie verdunsten wohl auch, und der Blütengrund wird dem Insektenbesuche wieder zugänglich.

In allen bisher erörterten Fällen findet zum Behufe des Pollenschutzes eine Änderung in der Lage der hierbei eine Rolle spielenden Laubblätter, Blumenblätter und blumenblattartigen Narben nicht statt. Dagegen wird bei einer langen Reihe andrer Pflanzen der Schutz des Pollens ausschließlich durch Lageänderungen von Blattgebilden bewirkt. Es ist das insbesondere bei allen jenen Arten der Fall, welche ähnlich den zuletzt geschilderten Formen die Mündung ihrer Blüten der Einfallsrichtung des Regens und Taues



Schutzmittel des Pollens gegen Regen: 1. Eine im Sonnenschein geöffnete Blüte der Eschscholtzia Californica. — 2. Eine bei Regenwetter geschlossene Blüte derselben Pflanze. — 3. Blütenköpfchen des Hieracium Pilosella, geschlossen. — 4. Eine einzelne Blüte derselben Pflanze. — 5. Blütenköpfchen derselben Pflanze, geöffnet. — 6. Längsschnitt durch das geschlossene Köpfchen der Catananche coerulea. — 7. Eine einzelne diesem Köpfchen entnommene Blüte im letzten Stadium des Blühens. — 8. Ein Teil des Blütenstandes von Hydrangea quercifolia. — 9. Geschlossene junge Blüte von Eranthis hiemalis. — 10. Geschlossene alte Blüte derselben Pflanze. Vgl. Text, S. 111—115.

zuwenden, bei welchen aber der untere röhrenförmige Teil nicht wie bei dem Mannsschild so sehr verengert ist, daß das Wasser in denselben einzudringen verhindert wäre. Solche unterwärts nicht verengerte becherförmige, beckenförmige, krugförmige, trichterförmige und röhrenförmige Blüten würden bei aufrechter Lage wahre Auffanggefäße für den Regen bilden, und es müßte das Wasser, das sich in ihnen ansammelt, alsbald den im Innern geborgenen Pollen ertränken. Wenn sich nun derlei Blüten zeitweilig schließen, d. h. wenn ihre Blumenblätter oder Hüllblätter so lange über den Innenraum gewölbt sind, als dort die Gefahr der Ansammlung von Wasser vorhanden ist, so wird dadurch mit sehr einfachen Mitteln der so notwendige Schutz des Innenraumes der Blüten gegen eine Überschwemmung erreicht. In der That ist dieser Schutz durch Schließen der Blüten in zahlreichen Fällen verwirklicht. Die Blüten der Zeitlosen, der Sternbergien und der Safrane (Colchicum, Sternbergia, Crocus; s. Abbildung, S. 113), welche mit ihrem becherförmigen Saume im Frühlinge oder im Spätherbste über die Erde hervorkommen, die Gentianen unsrer Alpenwiesen und die mit ihnen verwandten Arten der Gattung Tausendguldenkraut (Erythraea), eine Menge Glockenblumen mit aufrechten Blüten (Campanula glomerata, spicata,

Trachelium; Specularia Speculum ꝛc.), die Päonien, Rosen, Leine, Opuntien, Mamillarien und Mesembryanthemum, zahlreiche Arten der Gattungen Milchstern, Alraun und Stechapfel (z. B. Ornithogalum umbellatum, Mandragora vernalis, Datura Stramonium), die Blüten der Seerosen (Nymphaea), welche auf dem Wasserspiegel zu schwimmen scheinen, und die ihnen ähnlichen, von den Baumzweigen getragenen großen Blüten der Magnolien mögen als Beispiele für diese Formengruppe aufgeführt werden. Tagsüber, im warmen Sonnenscheine, sind die Becken, Kelche und Trichter dieser Blüten weit geöffnet, oft sogar sternförmig ausgebreitet und dann auch von unzähligen Insekten umschwärmt; bei Eintritt der Dämmerung und bei Einfallen des Taues am kühlen Abend rücken aber die



Schutzmittel des Pollens: Die Blüten eines Safrans (Crocus multifidus) im Sonnenscheine geöffnet (rechts), in der Nacht und bei Regenwetter geschlossen (links). Die vordern Blumenblätter von einer der drei geschlossenen Blüten weggeschnitten. Vgl. Text, S. 112.

Blumenblätter wieder zusammen, schlagen sich übereinander und bilden, wie das an dem eingeschalteten Bilde einer Safranblüte zu sehen ist (s. obenstehende Abbildung), ein Gewölbe, auf dessen Außenseite sich die Tauperlen reichlichst ablagern können, während das Innere des Bechers gegen Nässe vollständig gesichert ist. Bei Regenwetter und an naßkalten Tagen öffnen sich diese Blüten überhaupt nicht, und es fällt so die Periode des Geschlossenseins mit der Zeit zusammen, in welcher die meisten honigsuchenden Insekten zur Nachtruhe gegangen sind oder sich zum Schutze gegen das Unwetter in ihre Schlupfwinkel zurückgezogen haben.

Von hohem Interesse ist die Erscheinung, daß die Blumenblätter, welche sich am Abend als schützenden Mantel über die Antheren wölben, im Verlaufe der Blütezeit sich stark vergrößern, daß sie bei manchen Arten doppelt so lang werden, als sie zur Zeit des ersten Öffnens der betreffenden Blüte waren, und daß diese Vergrößerung gleichen Schritt mit gewissen Entwickelungsvorgängen der zu schützenden pollentragenden Antheren hält. Bei einigen Ranunkulaceen mit aufrechten Blüten, so namentlich bei dem Leberkraute und

der auf S. 112, Fig. 9 und 10 abgebildeten Winterblume (Eranthis), sind die in der Blütenmitte stehenden Stempel von zahlreichen, in mehreren Schraubenumgängen zusammengedrängten Pollenblättern eingefaßt, und diese sind wiederum von schalenförmigen Blumenblättern umgeben, welche sich tagsüber weit ausbreiten, nach Untergang der Sonne aber zusammenschließen und über den Pollenblättern eine Kuppel bilden. Die Antheren dieser Pflanzen öffnen sich nicht gleichzeitig, sondern nur sehr allmählich. Zuerst wird der Pollen an den äußersten, den Blumenblättern zunächst stehenden Antheren entbunden, deren Träger zu dieser Zeit noch kurz erscheinen. Begreiflicherweise genügen zur Überdachung derselben auch verhältnismäßig kurze Blumenblätter. Allmählich öffnen sich aber auch die weiter gegen die Mitte der Blüte stehenden Antheren; die Träger derselben strecken sich, und jetzt würden die Blumenblätter, deren Länge im Anfange genügt hatte, nicht mehr ausreichen, um in der Nacht ein Gewölbe über die sämtlichen mit Pollen beladenen Antheren zu bilden. Dem entsprechend verlängern sie sich von Tag zu Tag, bis endlich auch die den Stempeln zunächst stehenden Antheren ihren Pollen ausgeboten und abgegeben haben. Bei der Winterblume (Eranthis) verlängern sich auf diese Weise die Blumenblätter von 11 auf 22 und bei dem Leberkraute (Anemone Hepatica) von 6 auf 13 mm, also um das Doppelte ihrer ursprünglichen Länge!

Eine seltsame Art des Schließens der Blumenblätter zeigt die kalifornische Eschscholtzie (Eschscholtzia Californica; s. Abbildung, S. 112, Fig. 1 und 2). Tagsüber sind die vier goldgelben Blumenblätter weit ausgebreitet. Der Pollen fällt aus den in der Mitte der Blüte büschelförmig gruppierten Pollenblättern als mehlige Masse auf die schalenförmigen Blumenblätter und erscheint hier als eine Schicht bis zur Höhe von 1 mm aufgespeichert. Wenn nun der Abend kommt, so werden nicht die in der Mitte stehenden Antheren geschützt, welche den Pollen bereits verloren haben, sondern es *werden vier Dächer über den abgefallenen Pollen gebildet und zwar dadurch, daß sich jedes Blumenblatt zusammenrollt und die Form einer umgekehrten Tüte annimmt.*

Die zu Köpfchen vereinigten Blumen des Löwenzahns (Taraxacum), des Lattichs (Lactuca), der Zichorie (Cichorium), des Rainsalats (Lampsana) und noch vieler andrer Korbblütler, für welche hier als Vorbild die Blüte eines Habichtskrautes (Hieracium Pilosella; s. Abbildung, S. 112, Fig. 4) gewählt sein mag, sind an der Basis röhrenförmig, daraufhin aber einseitig in ein bandförmiges Gebilde verlängert, das man in der botanischen Kunstsprache Zunge (ligula) genannt hat. Aus dem Grunde der zungenförmigen Blumen erheben sich fünf Pollenblätter, deren Antheren zu einer Röhre verwachsen sind. Diese Röhre ist schon frühzeitig erfüllt mit den aus den Längsrissen der Antheren nach Innen hervorquellenden Pollen. Auch ist in dieser Röhre der Griffel eingebettet, welcher alsbald nach der Entbindung des Pollens sich verlängert und dabei wie der Stempel einer Pumpe wirkt, indem er den die Antherenröhre erfüllenden Pollen bis vor die freie Mündung der Röhre vorschiebt. Der über der Antherenröhre auf dem Griffelende ruhende Pollen soll von Insekten, welche sich auf die Blütenköpfchen setzen, abgestreift werden. Aber es ist fraglich, ob sich schon wenige Stunden, nachdem das Vorschieben des Pollens erfolgte, Insekten einstellen; und wenn auch, ein Teil des Pollens wird von den nur flüchtig über die Blüten hinstreifenden Insekten gewiß zurückgelassen und ist dann einer andern Bestimmung vorbehalten, auf welche später ausführlicher die Rede kommen wird. Unter allen Umständen muß der frei an der Mündung der Antherenröhre am vorgeschobenen Griffelende haftende Pollen noch geschützt werden, bevor der Abend kommt und sich Nachttau niederschlägt, oder ehe noch Regentropfen aus einer Gewitterwolke niederfallen und das Blütenköpfchen benetzen. Das geschieht auch in der That und zwar dadurch, *daß die einseitig vorgestreckte Zunge der angrenzenden Blumenkrone zu einem die Nässe abhaltenden Schirme wird.*

Bei den Habichtskräutern (Hieracium) biegt sich die Zunge als ein flaches Dach über den zu schützenden Pollen (s. Abbildung, S. 112, Fig. 3 und 5). Bei einem andern Korbblütler, nämlich bei Catananche, wird jede Zunge, welche tagsüber im Sonnenscheine flach ausgebreitet war, am Abend zu einer Hohlkehle und wölbt sich zugleich im Halbbogen über den zur selben Blüte gehörenden Pollen (s. Abbildung, S. 112, Fig. 6). Es kommen da überhaupt minutiöse Verschiedenheiten vor, welche eingehend zu behandeln hier viel zu weit führen würde. Nur das eine darf nicht übergangen werden, daß nämlich bei diesen Korbblütlern die Zungen der Blüten am Umfange des Köpfchens immer viel länger sind als jene der Mitte, und daß daher durch die Krümmung und das Zusammenneigen der langen randständigen Zungen auch der Pollen in den mittelständigen Blüten überdacht und gegen Nässe geschützt wird. Damit soll nicht gesagt sein, daß sich die kurzen Zungen in der Mitte des Köpfchens am Schutze des Pollens überhaupt nicht zu beteiligen brauchen. In den meisten Fällen richten sich auch diese auf, biegen und krümmen sich einwärts und verhindern im Vereine mit den äußern längern das Eindringen der Nässe auf den Pollen. An den Blüten der schon wiederholt genannten Catananche ist sogar die Einrichtung getroffen, daß die langen Zungen der randständigen Blüten aufhören, sich einwärts zu krümmen, sobald in diesen Blüten kein Pollen mehr zu schützen ist, weil er bereits abgestreift wurde und diese Blüten in ihr letztes Entwickelungsstadium eingetreten sind (s. Abbildung, S. 112, Fig. 7). Da müssen natürlich die kurzen Zungenblüten in der Mitte des Köpfchens allein den Schutz ihres Pollens besorgen. Aus diesem Grunde sieht man an den ältern Köpfchen von Catananche am Abend nur die mittelständigen kurzen Zungenblüten zusammengeneigt, während die randständigen unbeweglich bleiben und auch während der taufeuchten Nacht geradeso wie in der Mittagssonne strahlenförmig abstehen.

Sehr beachtenswert sind auch die Einrichtungen zum Schutze des Pollens bei jenen Korbblütlern, welche im Mittelfelde ihrer Köpfchen nur röhrenförmige Blüten tragen, während die Blüten an der Peripherie als Zungenblüten ausgebildet sind, oder wo die auf einer runden Scheibe dicht beisammenstehenden röhrenförmigen Blüten von einem Kranze starrer Hüllblätter eingefaßt werden, welche den Eindruck von Blumenblättern machen. Als Vorbild der ersten Gruppe kann die Ringelblume (Calendula), als Vorbild der letztern die Wetterdistel (Carlina) angesehen werden (s. Abbildung, S. 116). Bei diesen Pflanzen wird der Pollen aus den Röhrenblüten geradeso wie bei den früher besprochenen Zungenblüten aus der Antherenröhre durch den in die Länge wachsenden Griffel emporgehoben und erscheint über jeder Röhrenblüte als ein kleines Klümpchen dem Griffelende aufgelagert. Diese Röhrenblüten vermögen aber ihren Pollen nicht selbst gegen Wetterungunst zu sichern, und es findet daher im Bereiche dieser Blütenköpfe gewissermaßen eine Teilung der Arbeit statt, so zwar, daß die **zungenförmigen Blüten oder die strahlenförmigen Deckblätter des Randes, welche keinen Pollen entwickeln, zu schützenden Decken für die pollenbildenden Blüten des Mittelfeldes werden.** Bei gutem Wetter stehen die randständigen Zungenblüten und Deckblätter von der Peripherie der Köpfchen strahlenförmig ab, bei schlechtem Wetter und am Abend erscheinen sie aber aufgerichtet, neigen sich über die röhrenförmigen Blüten des Mittelfeldes und bilden dann zusammengenommen entweder einen über dieses Mittelfeld sich wölbenden Hohlkegel, oder sie decken sich gegenseitig wie die Schindeln auf einem Dache, bilden wohl auch manchmal einen scheinbar unregelmäßig zusammengedrehten Schopf, sind aber immer so gelagert, daß sie die röhrenförmigen Blüten des Mittelfeldes, beziehentlich den von diesen exponierten Pollen gegen die Unbilden der Witterung vollständig schützen.

Merkwürdig ist, daß die Länge dieser zusammenneigenden Zungen oder Strahlen in einem gewissen Verhältnisse zum Querdurchmesser der Scheibe des Köpfchens steht. Köpfchen

mit großer Scheibe und zahlreichen Röhrenblüten haben längere, solche mit kleiner Scheibe und wenigen Röhrenblüten kurze Zungen am Rande. Zudem sind anfänglich, wenn die Blüten in der Mitte der Scheibe noch geschlossen und nur die gegen den Rand stehenden Röhrenblüten ihren Pollen vorgeschoben haben, die zungenförmigen Randblüten und strahlenden Deckblätter noch kurz, weil sie nur ihre nächsten Nachbarn zu schirmen die Aufgabe haben; sobald aber auch die Blüten in der Mitte der Scheibe sich öffnen, erscheinen sie so bedeutend verlängert, daß sie auch diese zu überdecken im stande sind. Thatsächlich wächst also hier das Dach entsprechend dem Umfange der zu überwölbenden Fläche.

Die hier übersichtlich geschilderten Lageänderungen der Blumenblätter, Zungenblüten und Deckblätter, welche unter den Namen Schließbewegungen zusammengefaßt werden, erfolgen bei den meisten Pflanzen innerhalb 30—50 Minuten; bei einigen aber auch viel



Schutzmittel des Pollens: Die Blütenköpfe der Wetterdistel (Carlina acaulis) im Sonnenscheine geöffnet (rechts), in der Nacht und bei Regenwetter geschlossen (links). Vgl. Text, S. 115 und 117.

rascher. Bisweilen spielt sich der Vorgang des Schließens binnen wenigen Minuten ab. An Alpenpflanzen kommt es vor, daß sich die Blüten im Laufe einer Stunde mehrmals schließen und öffnen. Die Wärme, welche ein flüchtiger Sonnenblick den Blumen der Gentiana nivalis zugeführt hat, genügt, um die Ausbreitung der azurblauen Kronenzipfel zu veranlassen; kaum ist aber die Sonne hinter einer Wolke verschwunden, so drehen sich diese Zipfel schraubig übereinander und schließen, einen Hohlkegel bildend, zusammen. Bricht wieder die Sonne durch, so ist auch die Blumenkrone binnen einigen Minuten neuerdings geöffnet.

Bei den Pflanzen, deren Blumenkrone die Gestalt eines Trichters, einer Röhre oder eines Beckens hat, wie beispielsweise bei dem Stechapfel, den Gentianen und dem Venusspiegel (Datura, Gentiana, Specularia), finden beim Schließen die kompliziertesten Faltungen, Biegungen und Drehungen statt; in der Regel stimmt aber die Lage, welche die Blumenblätter bei dieser Gelegenheit annehmen, mit jener überein, welche sie schon in der Knospe zeigten. Überhaupt machen die meisten nächtlich geschlossenen Blüten und Blütenköpfchen den Eindruck, als ob sie sich noch in der Knospenlage befänden.

Als nächste Ursache der Schließbewegungen sind ohne Zweifel Änderungen in der Spannung der betreffenden Gewebeschichten anzusehen. Diese aber werden vornehmlich durch

Wärme= und Lichtdifferenzen veranlaßt. Teilweise mögen wohl auch Schwankungen im Feuchtigkeitszustande der Luft ins Spiel kommen. Bei der Wetterdistel (Carlina acaulis) beruht das Öffnen und Schließen sogar nur auf diesen letztern Verhältnissen, und die Wärme spielt da nur insofern eine Rolle, als in den Gegenden, wo die Wetterdistel wächst, mit zunehmender Wärme auch die relative Feuchtigkeit der Luft gewöhnlich abnimmt. Man benutzt darum auch die großen, von kurzen, dicken und steifen Stengeln getragenen und dem Boden aufruhenden Blütenköpfe der Carlina acaulis hier und da als Hygrometer und Wetteranzeiger und prophezeit dann, wenn die trocknen Deckblätter, welche die Röhrenblüten des Köpfchens umgeben, strahlenförmig abstehen, trocknes Wetter und hellen Himmel, wenn aber diese hygroskopischen Deckblätter sich aufrichten und nachgerade zu einem Hohlkegel zusammenschließen, feuchtes Wetter und trüben Himmel (s. Abbildung, S. 116). Für die Pflanze selbst haben diese Bewegungen der strahlenförmigen Deck= oder Hüllblätter folgende Bedeutung. Am Tage, in warmer trockner Luft sind die Strahlen nach auswärts gebogen, weit ausgebreitet, wenden ihre silberweiße Innenseite dem Himmel zu und schimmern im Lichte der Sonne so lebhaft, daß sie auf weithin sichtbar sind. Sie wirken dann als Anlockungsmittel für Insekten, welche eingeladen sind, aus den unscheinbaren röhrenförmigen Blüten der Scheibe den Honig zu saugen, zugleich aber auch den in diesen Blüten an die Mündung der Antherenröhre vorgeschobenen Pollen abzuholen und auf andre Blüten zu übertragen. Es kommen auch zu den geöffneten Blütenköpfen der Wetterdisteln immer zahlreiche Hummeln angeflogen, welche, der Einladung Folge leistend, Honig saugen und dabei den Pollen verschleppen. Fiele jetzt ganz plötzlich Regen ein, so würden die Scheibenblüten unvermeidlich benetzt werden, und der Pollen wäre dort vernichtet. Da aber die Strahlen sehr hygroskopisch sind, richten sie sich selbst bei geringer Zunahme der Luftfeuchtigkeit, welche dem Regen vorausgeht, empor, krümmen sich nach einwärts und vereinigen sich zu einem schützenden festen Zelte, an dessen glatter Außenseite die niederfallenden Regentropfen abprallen und ablaufen, ohne Unheil stiften zu können.

Auf Änderungen der Form und Lage gewisser Gewebe der Pollenblätter infolge von Wasseraufnahme und Wasserabgabe beruht auch der Schutz gegen Nässe, welcher dem Pollen in den Blüten der Platanen und zahlreicher Nadelhölzer, insbesondere der Eiben und der Wacholder, geboten wird. Die Pollenbehälter befinden sich bei diesen Pflanzen an schuppen= oder schildförmig verbreiteten Trägern, und diese Schuppen oder Schildchen sind an einer Spindel in ähnlicher Weise befestigt wie die Schuppen eines Tannenzapfens. Sie haben auch das mit den Schuppen eines Zapfens gemein, daß sie, befeuchtet, zusammenschließen und sich mit den Rändern berühren, während sie, ausgetrocknet, auseinander rücken, so daß sich klaffende Spalten zwischen ihnen bilden (s. Abbildung, S. 123, Fig. 15, 16, 17 und 18). Aus diesen klaffenden Spalten kann bei Erschütterung der Blütenstaub, welcher sich in den kugeligen kleinen Pollenbehältern an der Innenseite der Schuppen ausgebildet hat, sehr leicht herausfallen, was aber, wie später noch ausführlicher erörtert werden wird, nur dann für die Pflanze von Vorteil ist, wenn trocknes Wetter herrscht. Bei feuchter Witterung und insbesondere bei Regen wäre ein solches Ausfallen des stäubenden Pollens gleichbedeutend mit Vernichtung desselben. Damit nun diese Gefahr abgewendet werde, schließen sich die Spalten und zwar dadurch, daß die Schuppen durch Aufnahme von Feuchtigkeit anschwellen, sich mit ihren Rändern berühren und so die an ihrer Innenseite angehefteten kleinen Pollenbehälter, beziehentlich den Pollen überdecken und verhüllen.

Im Gegensatze zu den bisher geschilderten Blüten, in welchen der Pollen durch Krümmen, Wölben, Ausspannen und Falten blattartiger Gebilde und schuppen= oder schildförmiger Fortsätze des Konnektivs der Pollenblätter gegen Nässe und Wind geschützt wird, erfolgt bei einer andern, der Zahl nach kaum geringern Abteilung von Blütenformen derselbe

Schutz in noch einfacherer Weise dadurch, daß aus beckenförmigen oder becherförmigen Blüten infolge von Krümmungen der Stiele und Stengel nickende hängende Glocken werden. Gewöhnlich erfolgen diese Krümmungen kurz vor dem Aufblühen, und es bleibt die Blüte dann auf so lange in gestürzter Lage, als ihr Pollen des Schutzes bedarf. An zahlreichen Glockenblumen (z. B. Campanula barbata, persicifolia, pusilla), Nachtschattengewächsen und Skrofularineen (z. B. Atropa, Brugmansia Cestrum, Physalis, Scopolia, Digitalis), Primulaceen und Asperifolieen (z. B. Cortusa, Lysimachia ciliata, Soldanella, Mertensia, Pulmonaria), Alpenrosen, Wintergrünen und Heidelbeeren (Rhododendron, Moneses, Vaccinium), Ranunkulaceen und Dryadeen (z. B. Aquilegia, Clematis integrifolia, Geum rivale) und an vielen lilienartigen Gewächsen (z. B. Fritillaria, Galanthus, Leucojum, Convallaria) sieht man die Blütenknospen an aufrechten Stielen mit der noch geschlossenen Mündung dem Himmel zugewendet. Ehe sich aber die Blüte noch ganz öffnet, krümmen sich die Stiele nach abwärts, und es erscheint dadurch die Mündung der von dem Stiele getragenen Blüte mehr oder weniger gegen den Boden gerichtet. Ist die Blütezeit vorüber und der Schutz der im Innern der Blüte geborgenen pollenbedeckten Antheren überflüssig geworden, so strecken sich in den meisten Fällen (z. B. Digitalis, Soldanella, Moneses, Fritillaria, Clematis integrifolia, Geum rivale) die Stiele wieder gerade, und die aus den Blüten hervorgegangenen Früchte, zumal wenn es Trockenfrüchte sind, werden wieder von aufrechten Stielen getragen. Dieser Vorgang, welcher durch die Abbildung auf S. 110, Fig. 4 und 5 anschaulich gemacht ist, spielt sich, wie gesagt, an Hunderten den verschiedensten Familien angehörenden Pflanzen und in den verschiedensten Modifikationen ab. Es würde zu weit führen, alle diese Abänderungen, welche teils mit dem Baue der Stengel und Blütenstiele, teils mit der Bildung und Stellung der Laub-, Blumen- und Pollenblätter in Wechselbeziehung stehen, zu besprechen. Nur einige der auffallendsten Verhältnisse mögen eine kurze Erläuterung finden.

Sind die Träger der pollenbeladenen Antheren kurz und klein, so ist auch die Blütendecke, welche für sie an der umgestürzten Blüte zum schützenden Dache wurde, von geringem Umfange, wie das z. B. an den Blüten des Maiglöckchens (Convallaria majalis; s. S. 109, Fig. 6) zu sehen ist. Den Antheren an langen fadenförmigen Trägern ist dagegen ein viel längerer schützender Mantel zugemessen. Derlei Blüten mit großen Blumenblättern brauchen zum Schutze des Pollens auch nur selten ganz überhängend zu werden, und es genügt, wenn sie sich etwas zur Seite neigen. So z. B. krümmen sich die Blütenstiele der weißen Lilie auf die Dauer der Blütezeit nur so weit, daß die Mündung der Blüten seitlich gerichtet ist. Gewöhnlich ist das schützende Dach so geformt, daß über dessen Außenseite das Regenwasser in Tropfenform sofort ablaufen kann; bei weitem seltener bilden die Blumenblätter, durch welche die pollentragenden Antheren überdeckt werden, eine Vertiefung, aus welcher das Wasser zeitweilig entleert wird. So verhält es sich unter anderm an der südafrikanischen Sparmannie (Sparmannia Africana). Die doldenförmig zusammengestellten Blütenknospen dieser Pflanze sitzen an Stielen, welche von der Hauptachse weg halbkreisförmig nach außen und abwärts gekrümmt sind, und die entfalteten Blüten erhalten dadurch eine gestürzte Lage, bei welcher die Antheren dem Boden zu sehen und von den Blumenblättern überstellt sind. Die Blumenblätter sind aber an der geöffneten Blüte nicht nur wie ein Schirm ausgebreitet, sondern sogar etwas zurück-, beziehentlich nach aufwärts geschlagen. Die äußere, infolge der gestürzten Lage der Blüte nach oben sehende Seite der mit den Rändern sich deckenden Blumenblätter bildet so den Boden eines Beckens, welches mit seiner Weitung nach oben sieht. Bei Regen füllt sich nun dieses über die Antheren gestellte Becken mit Wasser; dadurch aber wird das Gewicht der Blüte vergrößert, und infolge des Zuges, den die mit jedem neuen in das Becken fallenden Regentropfen schwerer werdende Blüte auf den Blütenstiel

ausübt, kippt das Becken endlich um, und das Wasser fließt über den Rand des Beckens ab, ohne den darunter hängenden Büschel aus Pollenblättern zu benetzen. Durch diese Vorrichtung bleibt der an den aufgesprungenen Antheren haftende Pollen bei Regen und Tau unbenetzt, obschon man bei flüchtigem Anblicke glauben möchte, daß die Pollenblätter der **Sparmannia** unvermeidlich der Benetzung ausgesetzt seien.

Bei einigen Pflanzen mit traubenförmig zusammengestellten Blüten krümmen sich vor dem Aufblühen nicht die Blütenstiele, sondern es krümmt sich die Spindel, von welcher die Blütenstiele ausgehen, wodurch die ganzen Trauben oder Ähren nickend und überhängend werden. Die Blüten kommen dann sämtlich in eine gestürzte Lage, und die Blumenblätter schützen wie ein Dach den an den Antheren haftenden Pollen. So verhält es sich z. B. mit den Blüten des Kirschlorbeers (Prunus Laurocerasus) und der Traubenkirsche (Prunus Padus), des Sauerdorns (Berberis) und der Mahonie (Mahonia). Auch an den ährenförmigen Blütenständen der Walnuß, der Birken, Haseln, Erlen und Pappeln (Juglans, Betula, Corylus, Alnus, Populus) ändert sich die Lage der Ährenspindel kurz vor dem Aufspringen der Antheren, um dadurch einen Schutz für den durch das Aufspringen freiwerdenden Pollen zu vermitteln. Im jugendlichen Zustande sind die Pollenblüten dieser Pflanzen dicht gedrängt und bilden fest zusammenschließend eine steife, aufrechte cylindrische Ähre. Vor dem Aufblühen streckt sich aber die Spindel der Ähre, sie wird überhängend, und die von ihr getragenen, nun etwas auseinander gerückten Blüten erhalten dadurch eine umgekehrte Lage, so zwar, daß die aus kleinen Vorblättern und Perigonblättern zusammengesetzte Blütendecke nach oben, die Antheren dagegen nach unten zu stehen kommen (s. Abbildung, Band I, S. 700). Die Antheren, welche jetzt unter der Blütendecke wie unter einem Dache aufgehängt erscheinen, öffnen sich, ihr Pollen kollert und sickert aus den Öffnungen heraus, stäubt aber nicht sogleich in die freie Luft, sondern lagert sich, senkrecht herabfallend, zunächst in muldenförmigen Vertiefungen ab, welche an der nach oben gekehrten Rückseite der einzelnen Blüten ausgebildet sind. Hier bleibt derselbe abgelagert, bis bei trocknem Wetter ein Windstoß kommt, der ihn auf eine später noch ausführlicher zu besprechende Weise zu den Narben hinweht. Bis dahin aber ist er auf seiner Ablagerungsstätte gegen Regen und Tau durch die über ihm stehenden Blüten derselben Ähre geschützt, und die Decke jeder Blüte ist somit einerseits ein Depot für den Pollen der höher gestellten Blüten und zugleich ein schützendes Dach für den auf den muldenförmig vertieften Rücken der tiefer gestellten Blüten aus den Antheren hinabgefallenen Pollen, wie das durch die oben erwähnte Abbildung der Walnußblüten anschaulich dargestellt ist.

Von hohem Interesse sind jene Blüten und Blütenstände, welche nur periodisch in eine gestürzte Lage versetzt werden, und deren Stiele sich entsprechend dem Wechsel von Tag und Nacht und dem Wechsel von schlechtem und gutem Wetter beugen, strecken und wenden, und welche recht eigentlich als wetterwendische bezeichnet werden könnten. Es gehören in diese Abteilung Formen aus den verschiedensten Familien, die aber das eine gemeinsam haben, daß ihre Blüten oder Blütenstände von verhältnismäßig langen Stielen getragen werden, und daß ihr Honig und Pollen den anfliegenden Insekten im Grunde seichter Becken, flacher Schalen oder auch auf ebenen Scheiben dargeboten wird. Wenn sich solche Blüten und Blütenstände tagsüber und bei gutem Wetter aufrichten und ihre weite Mündung der Sonne zuwenden, so werden sie von jenen Insekten, welche es vermeiden, in das Innere überhängender Glocken und Röhren von untenher einzudringen, und welche nur auf weit offene und leicht zugängliche Blumen von obenher angeflogen kommen, auch reichlich besucht und wird dadurch die so wichtige Übertragung des Pollens vermittelt. Wenn sie dagegen in der Nacht und bei regnerischem Wetter, also zu einer Zeit, in welcher die Insekten ohnedies nicht schwärmen, überhängend werden, so wird

dadurch ihr Pollen und Honig gegen Wetterungunst geschützt, und es erscheint so durch die periodische Bewegung der Achse ein doppelter Vorteil erreicht.

An zahlreichen Glockenblumen und Storchschnabelgewächsen, aus deren Reihe die weitverbreiteten Arten Campanula patula und Geranium Robertianum für die untenstehende Abbildung (Fig. 1, 2, 3 und 4) als Beispiele gewählt wurden, ferner an vielen Arten der Gattungen Sauerklee, Mohn, Adonis, Muschelblümchen, Hahnenfuß, Windröschen, Fingerkraut, Miere, Hornkraut, Steinbrech, Sonnenröschen, Anoda, Nachtschatten, Gauchheil, Sperrkraut und Tulpe (z. B. Oxalis lasiandra, Papaver alpinum, Adonis vernalis,



Schutzmittel des Pollens: 1. Die Blüten eines Storchschnabels (Geranium Robertianum) bei Tage an aufrechten Stielen. — 2. Die Blüten derselben Pflanze während der Nacht und bei Regenwetter an gekrümmten Stielen, in gestürzter Lage. — 3. Blüte einer Glockenblume (Campanula patula) bei Tage an aufrechtem Stiele. — 4. Blüte derselben Pflanze während der Nacht und bei Regenwetter an gekrümmtem Stiele, in gestürzter Lage. — 5. Blütenköpfchen einer Skabiose (Scabiosa lucida) bei Tage an aufrechtem Stiele. — 6. Blütenköpfchen derselben Pflanze während der Nacht und bei Regenwetter an gekrümmtem Stiele, in gestürzter Lage. Vgl. Text, S. 127.

Isopyrum thalictroides, Ranunculus acer, Anemone nemorosa, Potentilla atrosanguinea, Stellaria graminea, Cerastium chloraefolium, Saxifraga Huetiana, Helianthemum alpestre, Anoda hastata, Solanum tuberosum, Anagallis phoenicea, Polemonium coeruleum, Tulipa silvestris) krümmen sich die Stiele der einzelnen Blüten, an der obenstehend abgebildeten Skabiose (Scabiosa lucida; Fig. 5 und 6) sowie an mehreren Korbblütlern (Bellis, Doronicum, Sonchus, Tussilago ꝛc.) die Stiele der Blütenköpfchen, an mehreren Doldenpflanzen (z. B. Astrantia alpina, carniolica ꝛc.) die Träger der Dolden und an einigen Schotengewächsen (z. B. Draba aizoides, Arabis Turrita, Sisymbrium Thalianum) die Spindeln der Trauben. Bei den genannten Skabiosen und Korbblütlern werden durch die Achsenkrümmung die ganzen Blütenstände periodisch in eine gestürzte Lage versetzt, und es erscheinen nun die randständigen, zungenförmigen, strahlenden Blüten der Köpfchen und bei den erwähnten Doldenpflanzen die verhältnismäßig großen Hüllen der einzelnen Döldchen als schützendes Dach für den Pollen der mittelständigen Blüten.

Erwähnenswert ist noch der Umstand, daß bei einigen Weidenröschen (z. B. **Epilobium hirsutum, montanum, roseum**) nicht die Stiele der Blüten, sondern die stielartigen langen unterständigen Fruchtknoten sich periodisch bald abwärts krümmen, bald wieder gerade strecken, wodurch die einer flachen Schale vergleichbaren Blumen bald nickend, bald aufrecht erscheinen. Ebenso ist hier der Erscheinung zu gedenken, daß die Krümmungen der Blütenstiele oder der sie vertretenden Fruchtknoten aufhören, sobald der Pollen aus den betreffenden Blüten auf die eine oder andre Art entfernt wurde und ein Schutz desselben nicht mehr nötig ist. Die Blütenstiele der **Saxifraga Huetiana** krümmen sich nur so lange, als pollenbedeckte Antheren in den von ihnen getragenen Blüten zu schützen sind, und die langen Fruchtknoten der genannten Weidenröschen biegen sich nur an zwei aufeinander folgenden Abenden bogenförmig der Erde zu, am dritten Abend, wenn kein Pollen mehr gegen Regen und nächtlichen Tau in Sicherheit zu bringen ist, bleiben sie aufrecht und krümmen sich nicht.

Alle diese periodischen Krümmungen und Streckungen der blütentragenden Stengel und unterständigen Fruchtknoten werden ähnlich den periodischen Bewegungen der Blumenblätter und Deckblätter durch Spannungsänderungen in den Geweben vermittelt (s. S. 116). Die Anregung zu diesen Änderungen in der Gewebespannung bilden teilweise wieder Wärme- und Lichtunterschiede und Veränderungen im Feuchtigkeitszustande der Luft. Eine wichtige Rolle spielen aber auch mechanische Reize, zumal Erschütterungen der blütentragenden Stengel, welche durch fallende Regentropfen und durch Anprall des Windes veranlaßt werden. Sieht man an einem tauigen Morgen vor Sonnenaufgang oder nach einem Regen die nickend oder überhängend gewordenen Blüten an ihrer Außenseite mit Wassertropfen besetzt, so wird man versucht, diese Krümmung nur als die Folge des Zuges anzusehen, welchen die mit Wassertropfen beschwerten Blüten auf die Stiele ausüben. Ohne Zweifel steht dieser Zug auch im ursächlichen Zusammenhange mit der Krümmung, aber ebenso gewiß ist es, daß diese Krümmung nicht sofort verschwindet, wenn die Wassertropfen verdunsten und die Belastung und der Zug ihr Ende erreichen. Dieses Nachhalten der Krümmung ist daher jedenfalls durch eine Spannungsveränderung in den Gewebeschichten der Stengel zu erklären, und nur der erste Anstoß kann von der Belastung mit Tau oder von der Erschütterung durch fallende Regentropfen ausgehen. Es erhellt dies übrigens auch aus dem Umstande, daß die Krümmung selbst dann sich einstellt, wenn die Wassertropfen durch ihren Anprall die Blüten und Stengel zwar erschüttern, aber sogleich abrollen, ohne hängen zu bleiben, und daß die Blüten- und Köpfchenstiele auch dann sich schon überbeugen, wenn ein dem Regen vorhergehender Wind die ganze Pflanze schüttelt und in Schwankungen versetzt, wobei die Stengel stets von der Richtung des einfallenden Windes weg, also gegen den Windschatten oder, um einen seemännischen Ausdruck zu gebrauchen, nach der Leeseite hin, gebogen werden.

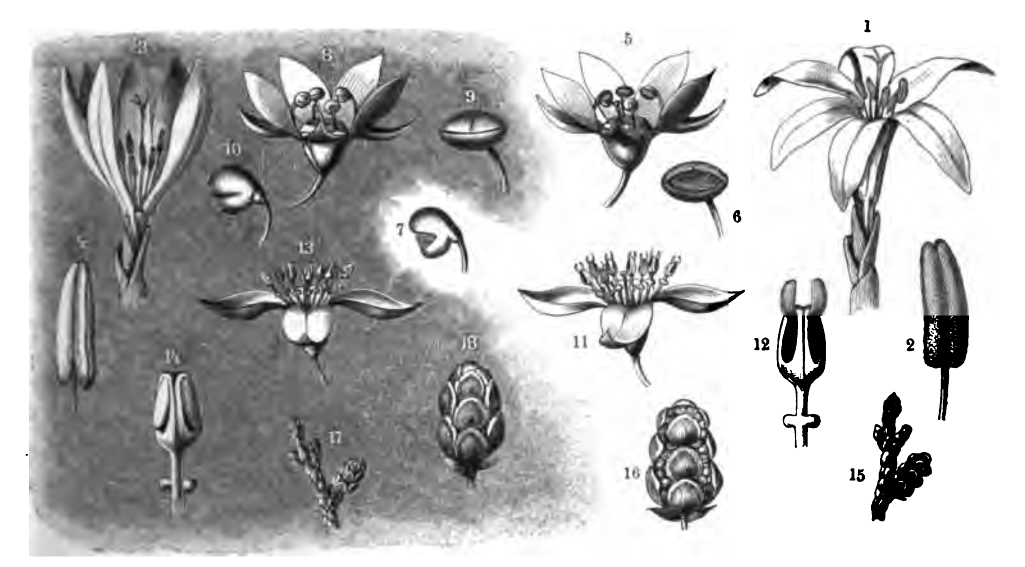
Dieses Krümmen der Stiele und das Nickendwerden der Blüten noch vor Eintritt des Regens macht fast den Eindruck, als ob die betreffende Pflanze das Herannahen des Unwetters zu ahnen und sich schon im vorhinein in ihrem Verhalten so einzurichten vermöchte, daß ihr durch die Unbilden der Witterung nachträglich kein Schade erwächst. Das Landvolk ist auch solcher Ansicht und betrachtet die erwähnten Krümmungen sowie das früher geschilderte Schließen der Wetterdistelköpfe als Anzeichen eines nahe bevorstehenden Regens. Es läßt sich aber, wie gesagt, dieser Vorgang mechanisch in der Weise erklären, daß durch die Windstöße, welche dem Regen gewöhnlich vorhergehen, und durch die von denselben veranlaßten Erschütterungen eine Änderung in der Spannung der Gewebeschichten des Stengels angeregt wird, und daß die Spannungsänderung als eine längere Zeit anhaltende Krümmung des Stengels auch äußerlich zur Erscheinung kommt. Es läßt sich übrigens diese nachhaltige Krümmung des Stengels auch künstlich hervorrufen, indem man den durch die Belastung mit Wassertropfen veranlaßten Zug sowie die Erschütterung durch Regen

und Wind nachahmt. Wenn man z. B. die zur Mittagszeit straff aufrechten Blütenstiele verschiedener Arten von Sauerklee (Oxalis), den Schaft einer Tulpe (Tulipa), die langen Köpfchenstiele von Doronicum, die blütentragenden Stengel von Asperula arvensis, Astrantia major, Cardamine pratensis, Lychnis flos jovis und Primula cortusoides umbiegt und einige Zeit in dieser Lage erhält, oder wenn man sie schüttelt, schwenkt und beklopft, so tritt alsbald eine Änderung in der Spannung der Gewebe ein, welche zur Folge hat, daß diese Stiele und Stengel gekrümmt und die früher aufrechten und dem Lichte zugewendeten Blüten und Blütenköpfchen nickend werden und gegen die Erde sehen. Versucht man dann die Stiele wieder gerade zu strecken, so läuft man Gefahr, dieselben zu brechen. Es dauert dann immer einige Stunden, bis sich diese Starre löst, bis sich jene Spannungen, welche vor Ausübung des mechanischen Reizes vorhanden waren, wiederherstellen und die Stiele und Stengel wieder gerade werden.

Die geschilderten mannigfachen Änderungen in der Richtung und Lage der Blumenblätter, Deckblätter, Blütenstiele und Stengel, welche sich unter dem Wechsel von Tag und Nacht, Windstille und Sturmwind, Sonnenschein und trübem Himmel vollziehen, bedingen häufig innerhalb sehr kurzer Zeitabschnitte ein ganz und gar abweichendes Bild der Vegetationsdecke. An warmen Sommertagen, bei heiterm Himmel und ruhiger Luft ist das Grün der Wiesen von unzähligen offenen Blumen durchsetzt. Die sternförmig ausgebreiteten sowie die becher- und beckenförmigen Blüten und Blütenstände der Windröschen, Hahnenfüße, Fingerkräuter, Gentianeen und Korbblütler, alle sind sie weit aufgethan, so daß die obere, heller gefärbte Seite ihrer Blumen weithin sichtbar ist. Die Mehrzahl derselben wendet sich der Sonne zu, so daß die Farbe des offenen Blumensaumes um so leuchtender hervortritt; mehrere der Blüten und Blütenstände, wie z. B. jene der Sonnenröschen (Helianthemum), gehen geradezu mit der Sonne und sind am frühen Morgen nach Südost, am Mittag nach Süd und nachmittags nach Südwest gewendet. Unzählige Fliegen, Bienen, Hummeln und Falter summen und schwärmen um die besonnten Blüten. Der Abend kommt. Die Sonne ist hinter den Bergen hinabgesunken, ein kühler Luftstrom senkt sich zum Thale, und reichlicher Tau schlägt sich auf Laub und Blüten nieder. Das Insektenvolk ist verstummt und hat sich in seine Schlupfwinkel zur Nachtruhe zurückgezogen, und auch die Blüten scheinen in Schlaf zu versinken. Die Blumenblätter falten und legen sich zusammen, die Blütenköpfchen schließen sich, Blüten und Blütenstände neigen sich gegen die Erde, werden überhängend und weisen dem Beschauer die unscheinbar gefärbte Außenfläche ihrer Blütendecken zu. Die Wiese, triefend vom Tau, ist die ganze Nacht hindurch in einen Zustand der Erstarrung verfallen, aus dem sie erst wieder durch die wärmenden Sonnenstrahlen des nächsten Morgens erlöst wird. Ein ähnlicher Wechsel des Bildes stellt sich ein, wenn böses Wetter im Anzuge ist, wenn der Wind über die Wiese fährt und vom trüben Himmel Regen auf die blütenbedeckten Pflanzen herabfällt. Auch dann haben die meisten Blumen die dem Verderben ausgesetzten Teile zeitig genug überdacht und eingehüllt und können das Unwetter ohne wesentliche Benachteiligung ihres Pollens überstehen.

Nur verhältnismäßig wenige Pflanzen unsrer Wiesen machen den Eindruck, als ob sie durch diesen Wechsel äußerer Verhältnisse gar nicht berührt würden. Manche scheinen insbesondere der Schutzmittel ihres Pollens gegen Durchnässung ganz entraten zu können; denn ihre Pollenbehälter bleiben, nachdem sich einmal die Blüten geöffnet haben, frei und unbedeckt und zwar selbst dann, wenn reichlicher Tau oder Regen einfällt. So ragen z. B. die von langen Fäden getragenen Antheren der Wegericharten und Kugelblumen (Plantago und Globularia) bei gutem und schlechtem Wetter aus den kleinen, zu dichten Ähren und Köpfchen vereinigten Blüten hervor, und es scheint ihr Pollen bei feuchter Witterung unvermeidlich dem Verderben ausgesetzt. Sieht man aber näher zu, so stellt sich heraus, daß es auch

diesen Pflanzen an einer Schutzeinrichtung für den Pollen nicht gebricht. Die Antheren selbst sind es, welche den aus ihrem Gewebe entwickelten Pollen in Sicherheit bringen und zwar dadurch, daß die bei trocknem Wetter aufgesprungenen Antherenfächer, an deren Öffnungen der Pollen exponiert ist, in taureichen Nächten und bei feuchter Witterung sich wieder schließen und ihren Pollen dabei wieder einkapseln. Der neuerdings eingekapselte reife Pollen ist dann in der Anthere gerade so gut gegen Nässe geschützt, wie er es zur Zeit seiner Entwickelung war; denn durch die Wand der Antherenfächer hindurch vermag Regen und Tau keinen nachteiligen Einfluß auf die im



Schutzmittel des Pollens: 1. Blüte der Lichtblume im Sonnenscheine und in trockner Luft, mit geöffnetem Perigon und geöffneten Antheren. — 2. Eine Anthere aus dieser Blüte. — 3. Blüte der Lichtblume in feuchter Luft; das Perigon halb geöffnet, die Antheren geschlossen. — 4. Eine Anthere aus dieser Blüte. — 5. Blüte des Frauenmäntelchens in trockner Luft, mit geöffneten Antheren. — 6, 7. Antheren aus dieser Blüte. — 8. Blüte des Frauenmäntelchens bei Regenwetter, mit geschlossenen Antheren. — 9, 10. Antheren aus dieser Blüte. — 11. Blüte des Lorbeers in trockner Luft, mit geöffneten Antheren. — 12. Eine Anthere aus dieser Blüte. — 13. Blüte des Lorbeers bei Regenwetter, mit geschlossenen Antheren. — 14. Eine Anthere aus dieser Blüte. — 15. Pollenblüten von Juniperus Virginiana in trockner Luft. — 16. Dieselben vergrößert. — 17. Pollenblüten von Juniperus Virginiana bei Regenwetter. — 18. Dieselben vergrößert. — Fig. 1, 3, 15, 17 in natürlicher Größe; die andern Figuren 2—8fach vergrößert. Vgl. Text, S. 117, 126 und 144.

Innern geborgenen Pollenzellen auszuüben. Kommt wieder trocknes warmes Wetter, so öffnet sich die Anthere neuerlich und zwar in derselben Weise, wie sie sich zum erstenmal geöffnet hatte. Es wiederholen sich dabei genau alle die Vorgänge, welche bei früherer Gelegenheit (s. S. 89—91) dargestellt wurden. Sind es einfächerige Antheren, welche mit einer Querspalte aufspringen, wie jene der Kugelblume (Globularia) und des Frauenmäntelchens (Alchimilla; s. obenstehende Abbildung, Fig. 5, 6, 7, 8, 9 und 10), so öffnen und schließen sich ihre Ränder wie die Lippen eines Mundes; sind es Antheren, welche mit Klappen aufspringen, wie jene des Lorbeers (Laurus nobilis; s. obenstehende Abbildung, Fig. 11, 12, 13 und 14), so schlagen sich die Klappen wieder herab und drücken den an sie angeklebten Pollen wieder in die offenen Nischen der Antheren zurück, und sind es Antheren, welche sich mit Längsrissen öffnen, und deren Wände sich wie Flügelthüren nach außen bewegen und dabei zurückrollen, wie jene des Bergflachses und der Lichtblume (Thesium, Bulbocodium; s. obenstehende Abbildung, Fig. 1, 2, 3 und 4), so erfolgt in feuchter Luft wieder die umgekehrte Bewegung, und es schließen die beiden Flügelthüren wieder vollständig zusammen.

Im arktischen Gebiete und in der alpinen Region unsrer Hochgebirge, wo in die Blütezeit der meisten Gewächse reichliche atmosphärische Niederschläge fallen, ist die Zahl solcher Pflanzen mit periodisch sich öffnenden und schließenden Antheren nicht groß, und es sind neben den schon erwähnten Arten des Bergflachses, der Kugelblume und des Frauenmäntelchens nur noch die Wegeriche (Plantago) und die Ranunkulaceen, zumal jene mit pendelnden Antheren (Thalictrum), zu erwähnen, an welchen sich dieser Vorgang besonders deutlich abspielt. Viel öfter scheint diese Schutzeinrichtung für den Pollen in wärmern Gegenden, zumal in subtropischen und tropischen Gebieten, vorzukommen; wenigstens zeigen die Zimtbäume, der Kampferbaum, der Lorbeer, überhaupt die lorbeerartigen Gewächse, ferner die Aralien und Cykadeen, die Arten der Gattung Ricinus und Euphorbia, die Cistrosen (Cistus), der Weinstock (Vitis) und wohl die meisten rebenartigen Gewächse, der Tulpenbaum und die Magnoliaceen (Liriodendron, Magnolia), ferner von Nadelhölzern die Gattung Cephalotaxus in ausgezeichneter Weise dieses periodische Öffnen und Schließen der Antheren.

Es ist dieses Öffnen und Schließen die Folge von Veränderungen im Feuchtigkeitszustande der Luft und beruht auf der Zusammenziehung und Ausdehnung jener hygroskopischen Zellen, welche sich unter der Oberhaut der Antherenwandung ausgebildet haben, und die in dem vorhergehenden Kapitel bereits besprochen wurden. Der Einfluß der Wärme hat bei ihnen ähnlich wie bei den Bewegungen der Deckblätter an den Blütenköpfchen der Wetterdistel nur insofern eine Bedeutung, als mit dem Steigen und Fallen der Temperatur auch die relative Feuchtigkeit der Luft sich ändert. Da unter gewöhnlichen Verhältnissen der Gang der Temperatur sowie die Zunahme und Abnahme der Feuchtigkeit an den Wechsel von Tag und Nacht geknüpft ist, so erklärt es sich, daß auch das Öffnen und Schließen der Antheren eine Periodizität einhält, und daß sich bei zunehmender Feuchtigkeit am Abend die Antheren schließen, die ganze Nacht hindurch geschlossen bleiben und erst nach Aufgang der Sonne bei abnehmender Feuchtigkeit sich wieder zu öffnen beginnen.

Wenn eine Blüte zugleich periodisch sich öffnende und schließende Antheren und periodisch sich öffnende und schließende Blumenblätter besitzt, so erfolgen die entsprechenden Bewegungen meistens gleichzeitig; bei dem Umstande aber, daß die Ursache der Bewegung hier und dort eine verschiedene ist, kann es auch geschehen, daß der Einklang ausbleibt. Wenn z. B. nach längerm Regen ein warmer Sonnenblick die Blumenblätter der Lichtblume (Bulbocodium) geöffnet hat, so können doch die Antheren noch geschlossen bleiben, wenn gleichzeitig die Feuchtigkeit der Luft noch eine große ist.

Die Antheren schließen sich bei herannahender Gefahr viel rascher als die Blumenblätter. Gewöhnlich bedarf es dazu nur einiger Minuten; in manchen Fällen auch nur einer halben Minute. Die Antheren des Bergflachses (Thesium alpinum) schließen sich, nachdem sie befeuchtet wurden, binnen 30 Sekunden. Bei dieser Pflanze ist der Vorgang des Schließens auch noch darum sehr interessant, weil die Befeuchtung der Antherenwand durch ein eigentümliches, von den Blumenblättern ausgehendes Haarbüschel vermittelt wird, was hier in gedrängtester Kürze geschildert werden soll. Die Blüten des Bergflachses sind mit dem offenen Saume ihrer Blumen dem Himmel zugewendet. In dieser Stellung erhalten sie sich unverändert Tag und Nacht, und es ändert sich die Richtung der Blütenstiele sowie die Lage des offenen Blumensaumes auch nicht bei eintretendem schlechten Wetter. Die von obenher einfallenden Regentropfen sowie der in hellen Nächten gebildete Tau kommen daher unvermeidlich auf die offenen Blüten. Es ist aber bei der Form des Saumes und infolge des Umstandes, daß das Gewebe desselben nicht netzbar ist, verhindert, daß sofort die ganze Blüte durchnäßt wird; Regen und Tau lagern ihre Wasserperlen auf dem Saume ab, und die Antheren werden anfänglich nicht unmittelbar betroffen. Dennoch schließen sich die Antheren sehr rasch nach der Auflagerung der Wasserperlen, was sich dadurch erklärt, daß die

Blumenblätter mit den vor ihnen stehenden Antheren durch ein Bündel aus gedrehten Haaren verbunden sind, welches sich nicht nur durch leichte Benetzbarkeit auszeichnet, sondern auch wie ein Docht das Wasser zu der Anthere hinleitet und dadurch das Schließen der Antherenwände veranlaßt.

Einen eigentümlichen durch die Antherenwände vermittelten Schutz des schon entbundenen und zum Abholen durch Insekten geeigneten Pollens beobachtet man bei mehreren distelartigen Pflanzen und bei den Flockenblumen (Onopordon, Centaurea). Der Bau der Antherenröhre und die Entbindung des Pollens in den Hohlraum derselben, der Bau des Griffels und die Einlagerung desselben in die Antherenröhre sind bei diesen Pflanzen nicht wesentlich anders als bei den auf S. 114 besprochenen Korbblütlern, aber ein wesentlicher Unterschied besteht darin, daß der Pollen nicht durch den sich verlängernden Griffel, sondern durch die sich verkürzenden fadenförmigen Träger der Antherenröhre vor die Mündung dieser Röhre gesetzt und entblößt wird. Die fadenförmigen Träger der Antherenröhre, gemeiniglich Staubfäden genannt, ziehen sich bei Onopordon und Centaurea infolge mechanischer Reize zusammen; sie verkürzen sich und ziehen bei dieser Gelegenheit auch die Antherenröhre in die Tiefe. Da die Antherenröhre wie ein Futteral den Griffel umgibt, der Griffel aber sich weder verkürzt noch in seiner Lage ändert, so wird nach dem Herabziehen der Antherenröhre das obere Ende des Griffels sichtbar, und auch der Pollen, welcher dem Griffel aufgelagert ist, wird entblößt und erscheint als eine krümelige Masse auf der Griffelspitze oberhalb der Antherenröhre. Wurde der mechanische Reiz auf die Staubfäden durch ein auf dem Blütenköpfchen sich herumtummelndes Insekt ausgeführt, so wird der krümelige Pollen, nachdem er kaum entblößt ist, auch schon von den Insekten abgestreift, und die ganze Vorrichtung ist augenscheinlich darauf berechnet, daß dieselben Insekten, welche durch Anstreifen mit dem Rüssel oder mit den Klauen ihrer Füße die Verkürzung der Staubfäden, das Hinabziehen der Antherenröhre und die Entblößung des Pollens veranlaßten, auch mit dem Pollen beladen werden. Bis zur Zeit des Insektenbesuches ist der Pollen aber versteckt in dem aus den Antheren gebildeten Futteral, und das ist für ihn insofern von Vorteil, als er dort gegen Regen und Nachttau geschützt wird. Die in Rede stehenden Korbblütler haben aufrechte Blütenköpfchen; Onopordon hat an diesen weder zungenförmige, bewegliche Strahlenblüten noch strahlende, sich schließende Deckblätter; Centaurea hat randständige, trompetenförmige Blüten, aber es geht ihnen die Fähigkeit ab, sich als schützende Decke über die auf dem Mittelfelde stehenden Röhrenblüten zu wölben. Die Stiele der Köpfchen werden bei schlechtem Wetter weder überhängend noch nickend, kurz gesagt, es entbehrt der Pollen dieser Korbblütler der so mannigfachen Schutzmittel, welche bei andern Gattungen derselben Familie vorkommen, und die im vorhergehenden besprochen wurden. Dafür aber übernimmt bei ihnen die welke Antherenröhre selbst den Schutz des entbundenen Pollens und zwar bis zu dem Augenblicke, in welchem sich jene Insekten auf die Blüten setzen, die berufen sind, den Pollen abzuholen.

Daß auch an den auswärts gewendeten Antheren, deren mit zusammhängenden Pollen erfüllte Nischen der Erde zu sehen, während ihre Rückseite dem Himmel, beziehentlich dem einfallenden Regen zugewendet ist, der Pollen gegen Durchnässung einigermaßen geschützt ist, soll hier nur nebenbei bemerkt werden. Wichtiger ist jedenfalls die Thatsache, daß der schädliche Einfluß des Regen- und Tauwassers auf die Pollenzellen durch eigentümliche Skulpturen an der Oberfläche dieser Zellen hintangehalten werden kann. Es wurde auf solche Fälle bereits am Schlusse des vorhergehenden Kapitels hingewiesen. Sie sind im ganzen genommen selten und, wie es scheint, auf Pflanzen der tropischen und subtropischen Gegenden beschränkt. Der Pollen der schönen kletternden Polemoniacee Cobaea scandens, welcher auf S. 98, Fig. 1 abgebildet ist, mag hier als

Beispiel dienen. Man sieht an der Oberfläche dieses Pollens eine Menge kleiner Gruben mit eckigen Rändern, so daß man beim Anblicke derselben fast an eine Bienenwabe erinnert wird. Die Gruben sind zwar nicht so tief wie jene der Bienenwaben, aber doch tief genug, um zu verhindern, daß die Luft, welche sie erfüllt, durch das aufgeträufelte Wasser verdrängt werde. Die Luft erhält sich also in den Gruben, und dadurch ist eben der Schutz gegen die Nässe hergestellt. Es bildet nämlich die Luft eine Zwischenschicht, durch welche die dünnen Stellen der Zellhaut von dem Wasser getrennt bleiben. Die dicken Schichten der Zellhaut, welche als Riefen vorspringen, mögen immerhin genetzt werden, durch sie kann das Wasser nicht sofort in das Innere der Zelle eindringen, worin ja die größte Gefahr für den Pollen liegt; denn eine allmähliche Aufnahme von wässeriger Flüssigkeit, zumal jener, welche aus den Zellen der Narbe stammt, ist nicht nur nicht vermieden, sondern für die weitere Entwickelung der Pollenzellen sogar notwendig.

Es wurden in den vorhergehenden Zeilen zur Erläuterung der zahlreichen Einrichtungen, durch welche der Pollen in den Blüten gegen Nässe geschützt wird, vorwiegend Beispiele gewählt, an welchen nur eins der Schutzmittel zur Ausbildung gekommen ist. Häufig aber findet sich ein doppelter, ja selbst ein dreifacher Schutz, damit für den Fall, als die eine Vorrichtung versagen sollte, eine andre in Reserve ist. Es ist das namentlich dann der Fall, wenn die Pflanze sozusagen nur mit einem geringen Kapitale von Pollen wirtschaftet, wenn die Zahl der Blüten eines Stockes und die Menge der von einer einzelnen Blüte erzeugten Pollenzellen eine geringe ist und daher nicht viel Pollen vergeudet werden darf, wenn der Zeitraum, in welchem eine Pflanze mit der Entfaltung ihrer sämtlichen Blüten zu Ende kommen muß, ein sehr beschränkter ist, und wenn die Übertragung des Pollens von Blüte zu Blüte ausschließlich durch fliegende Insekten vermittelt werden soll, auf deren Besuch die betreffende Blüte bei ungünstigem Wetter mitunter mehrere Tage warten muß. Um nur einige Fälle, in welchen ein mehrfacher Schutz ausgebildet erscheint, anzuführen, sei erwähnt, daß an vielen Windröschen und Hahnenfüßen, am Leberkraute, Sonnenröschen und Sauerklee (Anemone, Ranunculus, Hepatica, Helianthemum, Oxalis) nicht nur die Blumenblätter über die pollenbedeckten Antheren zusammenschließen, sondern auch die Blütenstiele sich krümmen und dadurch die Blüten nickend werden. An den Blütenköpfchen des Maßliebchens (Bellis), der Gänsedistel (Sonchus arvensis) und vieler andrer Korbblütler sieht man bei trübem Wetter und am Abend nicht nur die randständigen Zungenblüten zusammenneigen und ein Dach über den Pollen der mittelständigen Blüten bilden, sondern es werden überdies auch die Stiele der Köpfchen nickend oder überhängend. An Podophyllum peltatum ist der Pollen dadurch geschützt, daß sich die Blume wie eine Sturzglocke über denselben stellt, aber überdies breiten sich auch die schildförmigen Laubblätter gleich Regenschirmen über diese Blumen aus. Daß bei drohendem Regen nicht nur die Antherenwände, sondern auch die Blumenblätter über den Pollen zusammenschließen, ist eine an vielen Pflanzen, namentlich an der Lichtblume (Bulbocodium; s. Abbildung, S. 123, Fig. 1, 2, 3 und 4), sehr schön zu beobachtende Erscheinung.

Erwähnenswert ist auch der Umstand, daß im Kreise derselben Pflanzenfamilie nicht immer das gleiche Schutzmittel zur Ausbildung gekommen ist. Das eine Familienmitglied schützt sich nach dieser, das andre nach jener Weise. Besonders deutlich kommt diese Erscheinung an den verschiedenen Gattungen der Nachtschattengewächse und an den mannigfaltigen Arten der Gattung Campanula zur Geltung. Bei den Nachtschattengewächsen findet sich folgender Wechsel der Schutzmittel nach den Gattungen. Die Blüten der Kartoffel (Solanum tuberosum) falten sich nachmittags zusammen und erhalten durch Krümmen der Blütenstiele über Nacht eine gestürzte Lage, aber nur über Nacht; denn am andern Morgen streckt sich der Blütenstiel gerade, und es entfaltet sich auch wieder die Blumenkrone. Die

Blüten der Tollkirsche (Atropa Belladonna) bleiben im Verlaufe der ganzen Blütezeit in gestürzter Lage, und ihre Blumenkronen brauchen sich daher auch nicht periodisch zu schließen und zu öffnen; die Blüten des Alrauns (Mandragora vernalis) bleiben aufrecht, aber während der Nacht und bei regnerischem Wetter schließen die Zipfel der aufrechten Blumenkrone über den pollenbedeckten Antheren im Blütengrunde zusammen. Was die Glockenblumen (Campanula) anlangt, so sind diejenigen, welche sehr lange Blütenstiele haben, wie z. B. Campanula carpathica und die auf S. 120, Fig. 3 und 4 abgebildete Campanula patula, nur in der Nacht und bei schlechtem Wetter überhängend, im Sonnenscheine und bei gutem Wetter aufrecht und zeigen ausgesprochene periodische Krümmungen der Achsen; an andern Glockenblumen mit kürzern Stielen, z. B. Campanula persicifolia, pusilla, rotundifolia, werden die Blüten vor dem Aufblühen nickend und bleiben in dieser Lage während der ganzen Blütezeit, und an jenen Glockenblumen, deren Blüten an sehr kurzen Stielen dicht gedrängt in Knäueln beisammen stehen, wie z. B. an Campanula Cervicaria, glomerata und spicata, findet überhaupt eine Krümmung der Achsen nicht statt, sondern die Blüten bleiben zu allen Zeiten aufrecht, schützen sich aber gegen den einfallenden Regen dadurch, daß die Mündung der Glocke durch Einwärtsbiegen und Zusammenneigen der Zipfel der Blumenkrone verschlossen wird. Bei dem mit den Glockenblumen zunächst verwandten Venusspiegel endlich schließt sich die Blüte dadurch, daß tiefe Falten in der Blumenkrone entstehen.

Wenn Einrichtungen, welche gleichzeitig mehreren Zwecken dienen, geschildert werden sollen, so wäre es unklug und für das Verständnis nachteilig, alles, was über dieselben zu sagen ist, auf einmal bringen zu wollen. Es ist in solchen Fällen viel zweckmäßiger, immer nur ein Ziel im Auge zu behalten, selbst auf die Gefahr hin, von dem flüchtigen Leser der Einseitigkeit geziehen zu werden. Diese Bemerkung gilt ganz besonders für die soeben besprochenen Schutzmittel des Pollens gegen Nässe; denn es steht außer Frage, daß die meisten der geschilderten Einrichtungen neben dem angegebenen auch noch irgend einen andern Vorteil für die betreffende Pflanze zu bieten im stande sind. In vielen Fällen wird durch das Zusammenschließen der Blumenblätter nicht nur der Schutz des Pollens, sondern auch bei ausbleibendem Insektenbesuche die Übertragung des Pollens auf die benachbarten Narben vermittelt, worauf ausführlich in einem spätern Kapitel die Rede kommen wird. Wenn ein an der Basis mit Honig gefüllter Blütenbecher unverdeckt dem einfallenden Regen zugewendet bliebe, so würde der Honig in demselben alsbald verwässert werden, und dann würde dieser für die Insekten kein Anlockungsmittel mehr bilden. Hiernach ist man berechtigt, anzunehmen, daß das Absperren des Zuganges zum Blütengrunde, die Verengerung der Blumenröhre und auch das Nickendwerden der honigführenden Blüten nicht nur den Pollen, sondern auch den Honig gegen Verderbnis durch Nässe schützen. Durch die Verengerung der Blumenröhre sowie durch das Verrammeln oder gänzliche Absperren des Einganges zum Blütengrunde werden anderseits auch gewisse honigsuchende Tiere, deren Besuch der Pflanze nicht von Vorteil wäre, zurückgehalten. Endlich können auch jene Insekten, welche den Pollen vertilgen würden, ohne auch nur den geringsten Teil desselben auf andre Blüten zu übertragen, durch die genannten Einrichtungen abgewehrt werden. In dieser letztern Beziehung bestehen allerdings auch noch besondere Einrichtungen, von welchen eine der auffallendsten an der Maskenblume (Mimulus) und am Hohlzahn (Galeopsis) vorkommt und durch die Abbildung eines Pollenblattes von Galeopsis angustifolia auf S. 89, Fig. 19 zur Darstellung gebracht ist. In diesem Falle sind nämlich die Antheren mit zwei Deckeln versehen, welche nur von einem Teile der blütenbesuchenden Insekten aufgeklappt werden können. Insekten, deren Körperausmaß danach ist, daß beim Einfahren in die Blüte der Pollen aus den Antheren auf den Rücken abgestreift wird, sind im stande, die Deckel von den Antheren durch Anstreifen zu heben und dadurch den Pollen

zu erschließen. Kleinere Tiere dagegen, welche bei dem Besuche der genannten Blüten den Pollen nicht auf den Rücken laden und ihn auch nicht zu den Narben andrer Blüten bringen würden, haben nicht die Kraft, die Antheren zu öffnen, und so ist der Pollen mittels dieser Deckel gegen die kleinen schädlichen Räuber trefflich geschützt.

Die Übertragung des Pollens durch den Wind.

Im Eingange des frühern Kapitels wurde der Nachweis geliefert, daß die Übertragung des Pollens auf die Narben bei der weitaus größten Mehrzahl der Phanerogamen im Bereiche der Luft erfolgt. Sind es räumlich getrennte Blüten, zwischen welchen die Übertragung des Pollens stattfinden soll, so kommen dabei insbesondere zwei Vermittler in Betracht: der Wind und die Tiere. Das hat die Botaniker veranlaßt, die phanerogamen Pflanzen geradezu in windblütige (Anemophilae) und tierblütige (Zoidiophilae) einzuteilen. Diese in den meisten botanischen Werken eingebürgerten Bezeichnungen können aber doch nur mit großer Beschränkung angewendet werden. Es ist allerdings richtig, daß es Pflanzen gibt, bei welchen die Übertragung des Pollens zu den Narben ausschließlich durch den Wind, und andre, bei welchen der gleiche Vorgang ausschließlich durch Vermittelung der Tiere stattfindet; aber anderseits wurde für sehr viele Gewächse auch ermittelt, daß kurz nach dem Öffnen ihrer Blüten kleine Tiere den Pollen abholen, um ihn zu andern Blüten zu bringen, daß aber später gegen das Ende des Blühens der Pollen dem Winde anvertraut wird, der ihn zu den Narben benachbarter Blüten trägt. Am schönsten kann man das an mehreren Rhinanthaceen, wie z. B. an der Bartsie (Bartsia) und der Schuppenwurz (Lathraea), dann an zahlreichen Erikaceen, beispielsweise an den für unsre Berg- und Flachheiden so bezeichnenden Arten Calluna vulgaris und Erica carnea, aber auch noch an vielen andern beobachten. Die Einrichtungen, welche die Blüten dieser Gewächse zeigen, nachdem sie sich eben geöffnet haben, machen ein Verstreuen des Pollens durch den Wind unmöglich, dagegen sieht man, daß bei gutem Wetter honigsaugende Insekten in großer Zahl herankommen, bei Gelegenheit des Honigsaugens sich mit Pollen beladen und diesen Pollen dann zu den Narben andrer Blüten bringen. Späterhin ändert sich aber das Verhältnis in das gerade Gegenteil; die Honigquelle versiegt, und die Insekten bleiben aus, dagegen haben sich die Träger der Antheren sehr verlängert, die Pollenbehälter werden dadurch über die Mündung der Blumenkrone vorgeschoben, der in ihnen enthaltene Pollen wird entblößt und zur geeigneten Zeit durch den Wind zu den Narben jüngerer Blüten hingeweht. Man erhält bei der Betrachtung solcher Pflanzen den Eindruck, es sei bei ihnen für den Fall des Versagens der einen Maschine noch eine zweite in Bereitschaft, damit das mit dem Blühen angestrebte Ziel unter allen Umständen erreicht werde. Und das ist ja auch dringend notwendig. Wie leicht kann es geschehen, daß infolge ungünstiger Witterungsverhältnisse der Insektenbesuch längere Zeit hindurch sehr spärlich ist oder ganz ausbleibt. In solchen Fällen ist dann bei den meisten Pflanzen Vorsorge getroffen, daß der Aufwand des Blühens nicht umsonst gemacht wurde.

Es würde dem Plane dieses Buches zuwiderlaufen, wenn schon an dieser Stelle die sämtlichen merkwürdigen Einrichtungen zur Besprechung kämen, welche dahin abzielen, daß für den Fall des Ausbleibens der Insekten irgend ein andres Aushilfsmittel zur Belegung der Narben mit Pollen in Bereitschaft ist; aber diese eine Einrichtung, der zufolge viele Blüten, welche anfänglich tierblütig waren, später windblütig werden, mußte schon hier eine vorläufige Erwähnung finden, weil dadurch die Bedeutung der Einteilung in windblütige und tierblütige Pflanzen auf das richtige Maß zurückgeführt erscheint.



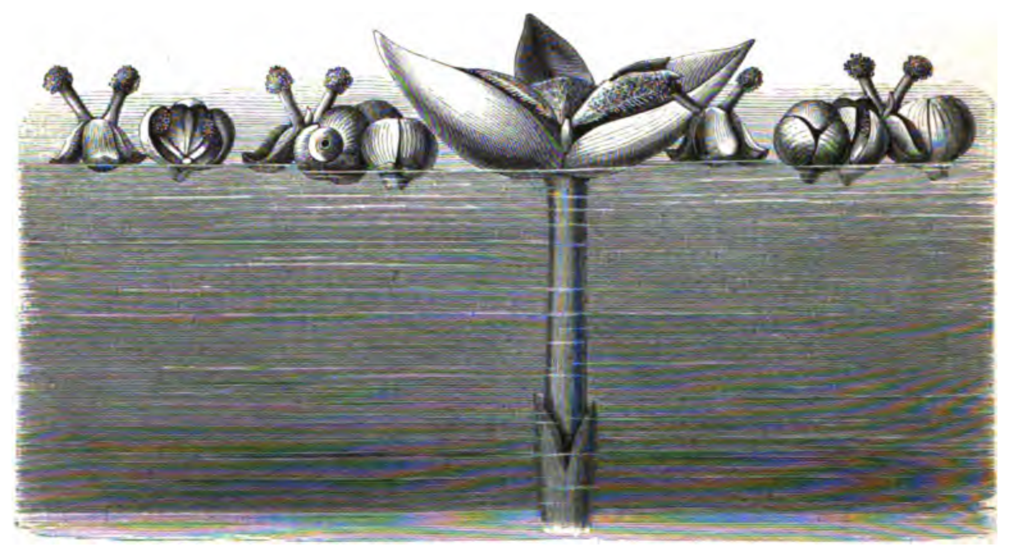
Daß durch den Wind vorwaltend nur solcher Pollen übertragen wird, welcher stäubend oder mehlartig ist, kann als selbstverständlich angesehen werden. Wenn es nach Aussage der Gärtner vorgekommen ist, daß der in Form klebriger Fransen aus den Antheren der Azaleen hervorquellende Pollen vom Winde abgerissen und zu den Narben benachbarter Blüten getragen wurde, so kann das nur als seltener Zufall gelten. In 99 unter 100 Fällen würde durch den Wind die abgelöste klebrige Franse nicht zu der Narbe einer andern Blüte hingeführt werden, sondern auf die Außenseite des Kelches und der Blumenblätter oder auf das Laub und die Stengel gelangen und dort angeheftet zu Grunde gehen. Dasselbe gilt wohl auch von den durch Öle und klebrige Stoffe sowie durch nadelförmige Fortsätze an der äußern Schale der Zellhaut zu kleinen Klümpchen verbundenen Pollenzellen, welche nur in den seltensten Fällen vom Winde auf die Narben benachbarter Blüten getragen werden und in erster Linie auf das Angeheftetwerden an den Leib beschwingter Insekten berechnet sind.

Um so merkwürdiger ist daher die Thatsache, daß der in klebrige Klümpchen vereinigte Pollen einiger Wasserpflanzen wie auf kleinen Kähnen zu den über dem Wasser emporgehobenen Narben durch den Wind hingetrieben wird. Es wurde dieser Fall zuerst an der in stehenden Gewässern des südlichen Europa weitverbreiteten, namentlich in den Tümpeln, Gräben und seichten Buchten längs den Ufern des Gardasees häufigen und dort umfangreiche Bestände bildenden Wasserpflanze Vallisneria spiralis beobachtet, und diese soll denn auch zur Erläuterung des seltsamen Vorganges hier als Vorbild gewählt sein. Dem Leser möge es gefallen, zunächst die Abbildung im I. Bande, S. 626 zu betrachten. Dieselbe zeigt eine unter Wasser lebende Pflanze, deren bandförmige Blätter an den Enden der kriechenden und durch Wurzelfasern im Schlamme festgehaltenen Stämme rosettenförmig gruppiert sind, und von welchen die obern infolge eigentümlicher Drehung nahezu zweizeilig gestellt erscheinen. In den Achseln dieser Blätter entstehen Knospen in mannigfaltigem Wechsel, bald nur eine einzige, welche den Ausgangspunkt eines neuen kriechenden Sprosses bildet, bald drei nebeneinander, von welchen eine sich parallel zum schlammigen Boden in die Länge streckt und an ihrem Ende eine Laubknospe ausbildet, während die beiden andern schnurgerade in die Höhe wachsen, bald wieder zwei, von denen die eine sich in horizontaler Richtung verlängert, während die Achse der andern sich gegen die Oberfläche des Wassers erhebt. Jeder der in die Höhe wachsenden Sprosse erscheint wie von einer Blase abgeschlossen, und diese Blase besteht aus zwei eilänglichen, schalenförmigen, etwas durchscheinenden Hüllblättern, von welchen das eine mit seinen Rändern über das andre übergreift und so einen festen Verschluß herstellt. In diesen Blasen befinden sich die Blüten. Ein Teil der Stöcke entwickelt nur Fruchtblüten, ein andrer nur Pollenblüten. Von Fruchtblüten wird in jeder blasenförmigen Hülle nur eine einzige angelegt. Dieselbe zeigt einen langen walzlichen unterständigen Fruchtknoten, welcher von drei verhältnismäßig großen, in zwei Zipfel gespaltenen und am Rande fein gefransten Narben gekrönt ist. Die Narben sind von drei obern kleinen verkümmerten und drei untern großen ei-lanzettförmigen Blumenblättern umgeben. Diese Blütenteile sind stets so angeordnet, daß der fein gefranste Rand der Narben über die ei-lanzettförmigen Blumenblätter etwas hinausragt, so daß an die Fransen von der Seite her später Pollen angeheftet werden kann. Aus diesem Grunde sind wohl auch die drei innern Blumenblätter verkümmert; denn würden sie so groß oder größer sein als die drei äußern, so wäre die Narbe seitlich verdeckt, und es könnte dort ein Anheften des Pollens nicht erfolgen. Wenn die Narben so weit entwickelt sind, daß sie sich zur Aufnahme des Pollens eignen, so bildet sich am Scheitel der blasenförmigen Hülle eine Spalte; der Fruchtknoten streckt sich in die Länge, Blume und Narbe werden über die Hülle emporgeschoben und erscheinen jetzt über dem Wasserspiegel an der Luft ausgebreitet (s. Abbildung, S. 130). Das letztere ist nur dadurch ermöglicht, daß der Stiel der Fruchtblüte

eine außerordentliche Verlängerung erfährt und erst dann zu wachsen aufhört, wenn die von ihm getragene Blüte an die Wasseroberfläche gebracht ist.

Wesentlich anders verhält es sich mit den Pollenblüten. Diese sind nicht vereinzelt, sondern stehen in großer Zahl traubenförmig gehäuft an einer in die blasenförmige Hülle hineinragenden Spindel. Die zwei Blätter, aus welchen sich die blasenförmige Hülle zusammensetzt, trennen sich unterhalb des Wassers, und nun sieht man die von einem kurzbleibenden Stiele getragene, aus kugeligen Blütenknospen zusammengesetzte Traube entblößt unter dem Wasserspiegel, etwa 5 cm über dem schlammigen Grunde, wie es auf dem Bilde im I. Bande, S. 626 dargestellt ist.

Kurz danach spielt sich einer der merkwürdigsten Vorgänge ab, welchen die Pflanzenwelt aufweist; die Blütenknospen, bisher durch sehr kurze Stielchen mit der Spindel der



Die Blüten der Vallisnerie (Vallisneria spiralis), auf dem Wasserspiegel schwimmend. In der Mitte eine Fruchtblüte, zu beiden Seiten derselben mehrere Pollenblüten in den verschiedensten Entwickelungsstufen; zum Teile noch geschlossen, zum Teile im Öffnen begriffen, zum Teile geöffnet mit herabgeschlagenen kahnförmigen Blumenblättern. Aus den geöffneten Blüten erheben sich die Pollenblätter. Eine geöffnete Anthere heftet ihren Pollen an den gefransten Narbenrand der Fruchtblüte. — Zehnfach vergrößert. Vgl. Text S. 129 und 131.

Traube verbunden, lösen sich ab, steigen im Wasser empor und erhalten sich schwimmend auf dem Wasserspiegel. Anfänglich sind sie noch geschlossen und haben die Gestalt eines Kügelchens, alsbald aber öffnen sie sich; die drei ausgehöhlten Blättchen, welche den untern Wirtel des Perigons bilden und bisher kappenförmig über die Pollenblätter gewölbt waren, schlagen sich zurück, stellen drei an einem Punkte zusammenhängende Kähne dar, und die Pollenblätter, welche zwar in der Dreizahl angelegt waren, von denen aber nur zwei mit Antheren ausgestattet sind, ragen nun in schräger Richtung in die Luft empor (s. obenstehende Abbildung). Nach dem Zurückschlagen der Blumenblätter springen sofort die Antheren auf, die Antherenhaut schrumpft rasch zusammen, und es bleibt von ihr nichts übrig als ein kleiner Lappen, welchem die Pollenzellen aufgelagert sind. In der geschlossenen Anthere waren die Pollenzellen in acht Gruppen geordnet, in der aufgesprungenen Anthere bilden sie ein unregelmäßiges Haufwerk. Gewöhnlich sind in je einer Anthere nur 36 Pollenzellen enthalten. Dieselben sind verhältnismäßig groß, sehr klebrig, hängen unter sich zusammen und bilden ein von den dicken Staubfäden getragenes Klümpchen. Obschon der Wasserspiegel sehr nahe ist, werden die Klümpchen aus Pollenzellen doch nicht leicht benetzt; die drei unter denselben

stehenden Blumenblätter bilden eben, wie schon gesagt, drei Kähne, welche die leichtern Wellenbewegungen des Wassers mitmachen, ohne umzukippen, und die daher auch ihre Fracht gegen Durchnässung von unten trefflich schützen. Diese kleinen Fahrzeuge werden durch den Wind bald nach der einen, bald nach der andern Richtung getrieben und häufen sich in der Umgebung fester Körper, zumal in den Ausbuchtungen derselben, wie Schiffe in einem Hafen an. Ist es die über das Wasser emporragende dreilappige Narbe einer Vallisnerie, deren Buchten den Landungsplatz bilden, so legen sie sich an diese an, und es ist unvermeidlich, daß ein Teil der Pollenzellen an den Fransen am Rande der Narbenlappen hängen bleibt.

Alsbald nach dem Anheften des Pollens an die Narbe, welcher Vorgang durch die Abbildung auf S. 130 dargestellt ist, wird die Fruchtblüte unter das Wasser hinabgezogen, indem ihr langer Stiel sich krümmt und die Gestalt einer Schraube annimmt, deren Windungen nachgerade so sehr zusammenrücken, daß der zur Frucht gewordene Fruchtknoten ganz nahe über den schlammigen Grund des Wassertümpels zu stehen kommt.

Bisher kennt man die durch den Wind vermittelte Übertragung haftenden Pollens auf den aus Blumenblättern gebildeten, schwimmenden Kähnen an der weitverbreiteten Vallisneria spiralis, an der im tropischen Asien heimischen Vallisneria alternifolia, an den im Indischen und Stillen Ozean verbreiteten Enalus acoroides, an Hydrilla verticillata und Elodea Canadensis sowie an einigen im Kaplande und im tropischen Afrika vorkommenden Arten der Gattung Lagarosiphon, im ganzen nur 13 Arten, welche der kleinen Familie der Hydrocharitaceen angehören. Das ist eine verschwindend kleine Menge im Vergleiche zu der Zahl jener Pflanzenarten, welche losen staubförmigen oder lockern mehligen Pollen entwickeln, und bei welchen die Übertragung des Pollens ausschließlich und während der ganzen Blütezeit durch bewegte Luft in Form von Staubwölkchen erfolgt. Es dürfte nicht viel gefehlt sein, wenn diese Zahl mit 10,000 angesetzt wird, was beiläufig dem zehnten Teile aller Phanerogamen gleichkommt. In diese Abteilung gehören die Nadelhölzer, die Eichen, Buchen, Haseln, Birken, Erlen und Pappeln, die Walnuß- und die Maulbeerbäume, die Platanen und die meisten Palmen, also Gewächse von hohem, baumförmigem Wuchse, welche mit Vorliebe in Beständen wachsen, umfangreiche Wälder zusammensetzen und sich durch überaus große Individuenzahl auszeichnen, weiterhin auch die gesellig wachsenden Halmgewächse, die Gräser der Wiesen, Prärien und Savannen, die Seggen, Simsen und Binsen der Moore, die Cerealien unsrer Felder, ferner Hanf und Hopfen, Nesseln und Wegeriche, die in stehenden und fließenden Gewässern so häufigen Laichkräuter und noch zahlreiche andre Pflanzen der verschiedensten Familien.

Eine Eigentümlichkeit, welche an diesen ausschließlich windblütigen Pflanzen besonders auffällt, ist der Mangel lebhaft gefärbter duftender Blüten. Die Blumenblätter sind bei ihnen verhältnismäßig klein, grünlich oder gelblich und heben sich von dem Laube gar nicht oder doch nur wenig ab. Der Blütengrund entbehrt des Duftes und des Honigs. Für diese Blüten ist es eben nicht von Vorteil, daß sie von Insekten besucht werden, und sie bedürfen darum auch nicht jener Lockmittel, durch welche Hummeln, Bienen, Fliegen und Schmetterlinge angezogen werden, sie bedürfen namentlich nicht der Riechstoffe, der süßen Säfte und der lebhaft gefärbten, von dem Grün des Laubwerkes abstechenden und schon von weitem wahrnehmbaren Blumen. Damit soll nicht gesagt sein, daß die Blüten dieser Pflanzen von dem Insektenvolke förmlich und vollständig gemieden werden. Viele der genannten Tiere haben es ja auch auf den Blütenstaub abgesehen, und man bemerkt darum auch an den Blütenkätzchen der Haseln und Birken, an den Ähren der Wegeriche und an den Rispen der Gräser, Binsen und Simsen nicht selten pollensammelnde und pollenverzehrende Insekten sich herumtummeln; aber diese Blütengäste spielen doch hier als Zwischenträger des Pollens nur eine sehr untergeordnete Rolle, sie können allenfalls dadurch, daß sie an

die mit stäubendem Pollen bedeckten Blütenteile anstoßen, ein teilweises Ausfallen des Pollens veranlassen, aber sie werden damit der betreffenden Pflanze nur dann einen Gefallen thun, wenn gerade in demselben Augenblicke der richtige Wind durch die Zweige und Halme streicht, welcher den ausfallenden Blütenstaub zu den Narben hinführt. Bei ruhiger Luft dagegen oder bei widrigem Winde werden sie den besuchten Pflanzen eher schaden als nützen; denn da die Narben dieser Gewächse von den nach Blütenstaub lüsternen Insekten nicht gestreift und daher auch nicht mit den Zellen des Pollens belegt werden können, und da anderseits der infolge des Anstoßens an die Blüten abfallende Pollen bei Windstille schwerlich zu den entsprechenden Narben kommt, so erfahren derlei windblütige Pflanzen durch den Insektenbesuch meistens nur einen Verlust an Pollen, ohne gleichzeitig eines Vorteiles teilhaftig zu werden.

Hiermit ist aber auch schon gesagt, daß sich nicht jede Luftströmung zur Vermittlerrolle bei der Belegung der Narben mit stäubendem Pollen eignet. Am allerwenigsten passen Winde, mit welchen atmosphärische Niederschläge verbunden sind. Abgesehen davon, daß durch die anprallenden Regentropfen der Blütenstaub von seiner Lagerstätte weggespült und zur Erde geführt würde, müßte derselbe auch infolge der Benetzung zu Grunde gehen. Ebenso sind Stürme ohne gleichzeitigen Regen nichts weniger als vorteilhaft; denn sie entführen den Blütenstaub, welchen sie auf ihrem Wege treffen, mit großer Heftigkeit und Schnelligkeit nur nach einer Richtung. In dieser Stromrichtung liegt aber jedenfalls nur eine sehr kleine Anzahl, ja vielleicht keine einzige jener Narben, die mit dem Pollen belegt werden sollen, und der größte Teil des Blütenstaubes würde daher durch die Stürme in des Wortes vollster Bedeutung verschleudert.

Am besten wird der Erfolg, der erreicht werden soll, auch wirklich erreicht, wenn der stäubende Pollen von dem Punkte, wo er entstanden und abgelagert wurde, sich gleichmäßig über immer größere Räume in die Luft verteilt, sich gleichsam verdünnt und ein sich allmählich erweiterndes Wölkchen bildet, so daß die Tausende loser Pollenzellen, welche im Bereiche der Blüte bisher in dem Raume von dem Umfange eines Stecknadelkopfes zusammengedrängt waren, sich nun über einen viele Millionen mal größern Raum ausbreiten. Ein derartiges Verstäuben wird aber nur durch eine mäßig bewegte Luft veranlaßt. Ein leichter Morgenwind, welcher kurz nach Aufgang der Sonne durch das Thal streicht, aufsteigende Luftströme, welche man zur Mittagszeit über den erwärmten Ebenen zittern sieht, frische Brisen, welche in den Küstenlandschaften bald vom Lande gegen das Meer, bald in entgegengesetzter Richtung ihre Bahnen ziehen, Winde, unter deren Einflusse die Getreidefelder wie ein leicht bewegter See sanfte Wellen schlagen, Luftströme, die den Wald zu kaum hörbarem Rauschen anregen, das sind die besten Vermittler für das erfolgreiche Verstäuben. Unter dem Einflusse solcher milden Winde sieht man zur entsprechenden Zeit, wie von den Blüten der in Rede stehenden Pflanzen eine kleine Staubwolke nach der andern sich ablöst und langsam entschwebt. Da die Luftströme wellenförmig dahinfluten und sich in kurzen Pausen bald etwas verstärken, bald wieder abschwächen, so ist auch die erste Bewegung, welche der ausstäubende Pollen erfährt, eine wogende; bald aber entzieht sich das Staubwölkchen auf seinem weitern Wege der Beobachtung, und nur das eine ist noch deutlich zu erkennen, daß der Blütenstaub, ähnlich dem aufgewirbelten Staube auf einer Straße, eine schräg aufsteigende Richtung einhält.

Mit diesen Verhältnissen steht denn auch die Verteilung sowie die Gestalt der mit stäubendem Pollen zu belegenden Narben im Einklange. Die meisten Gewächse, deren stäubender Pollen ausschließlich durch Luftströmungen übertragen wird, haben zweihäusige oder einhäusige Blüten, und diejenigen, welche Zwitterblüten entwickeln, zeigen eine vollständige Dichogamie, d. h. eine ungleichzeitige Geschlechtsreife, so zwar, daß in jeder Blüte, aus

deren Antheren geschlechtsreifer Blütenstaub entbunden wird, die Narben schon vollständig verwelkt und daher zur Aufnahme der Pollenzellen nicht mehr geeignet oder aber in der Entwickelung noch so weit zurück sind, daß sie mit Pollen noch nicht belegt werden können. Eine erfolgreiche Bestäubung der unmittelbar neben den Antheren in derselben Blüte befindlichen Narben ist daher bei den dichogamen Pflanzen ebenso wie bei den ein- und zweihäusigen ausgeschlossen, und es muß der Pollen auf den Flügeln des Windes zu benachbarten Blüten, deren Narben eben im belegungsfähigen Zustande sich befinden, getragen werden. Nun finden sich aber bei allen diesen dichogamen Gewächsen die Blüten mit den belegungs-



Schwarzerle (Alnus glutinosa): 1. Zweig mit vorläufigen, d. h. vor der Entwickelung des Laubes geöffneten, Blüten; die Pollenblüten in Form herabhängender Quasten und darüber die Fruchtblüten in Form kleiner Ähren geordnet. — 2. Belaubter Zweig, an dessen Gipfel bereits die Blütenstände für den nächsten Frühling angelegt sind. Vgl. Text, S. 134, 144 und 148.

fähigen Narben höher gestellt als die Antheren, von welchen geschlechtsreifer Pollen den Luftströmungen anvertraut wird. Wenn man die Wegericharten einige Tage, nachdem sie zu blühen begonnen haben, ansieht, so findet man, daß aus den obersten Blüten jeder Ähre nur die Griffel mit den belegungsfähigen Narben hervorragen, während diejenigen Blüten, aus welchen die Luftströmungen den Pollen ausschütteln, die tiefern Stellen der Ähre einnehmen. In diesen untern Blüten sind die Narben bereits vertrocknet, in den obern dagegen sind die Antheren noch geschlossen. Es muß daher hier der Pollen, um zu den belegungsfähigen Narben zu gelangen, den Weg nach aufwärts einschlagen. Ähnlich verhält es sich auch mit den meisten Ampferarten, mit dem Glaskraute, dem Salzkraute, dem Dreizacke, den Laichkräutern (Rumex, Parietaria, Salsola, Triglochin, Potamogeton) und zahlreichen andern Gewächsen mit zwitterigen, aber dabei vollkommen dichogamen Blüten (s. Abbildungen, S. 146 und 147).

Noch auffallender tritt diese Erscheinung bei Pflanzen mit einhäusigen Blüten hervor. Von den Zweigen der Eichen, Birken, Erlen rc. hängen die stäubenden Blütenkätzchen als schwankende Quasten nach abwärts, während die Blüten mit den belegungsfähigen Narben an denselben oder auch an benachbarten Zweigen stets darüber stehen (s. Abbildung, S. 133). An den Ästen der Fichtenbäume sind nur die herabhängenden Seitenzweige mit den Staubblütenständen, die, von fern gesehen, fast den Eindruck roter Erdbeeren machen, geschmückt, während die zu bestäubenden Fruchtblütenstände als kleine Zapfen an denselben Ästen obenauf wie die Kerzen auf einem Weihnachtsbaume emporragen; ja, viele Fichtenbäume tragen nur an den obersten Ästen, knapp am Wipfel, die Fruchtblüten, an den untern Ästen dagegen nur Staubblüten, und es würde hier eine Bestäubung der erstern ganz unmöglich sein, wenn der Pollen nur in horizontaler Richtung durch die Winde entführt würde. Selbst an zweihäusigen Pflanzen ist eine solche tiefere Lage der Staubblüten zu beobachten, und es wird dieselbe dadurch erreicht, daß die Stöcke mit Staubblüten im Verhältnisse zu jenen mit Fruchtblüten niedrig bleiben. So sieht man z. B. auf den Hanffeldern die stäubenden Pflanzen niemals die Höhe derjenigen erreichen, deren Blüten bestäubt werden sollen. Die Rohrkolben (Typha), die Igelkolben (Sparganium) und mehrere Halbgräser, namentlich zahlreiche Arten der Gattung Segge (Carex), welche einhäusige Blüten haben, scheinen allerdings eine Ausnahme zu machen, da bei ihnen die Staubblüten über den Fruchtblüten stehen; hier kommen aber infolge ungleichzeitiger Streckung der Achsen die zu bestäubenden Blüten des einen Stockes mit älterm höhern Stengel gewöhnlich höher zu liegen als die Staubblüten des nebenbei stehenden Stockes mit jüngerm niedern Stengel, und man kann sich durch Beobachtung leicht überzeugen, daß auch hier der stäubende Pollen durch die Luftströmungen nicht in wagerechter, sondern in schräger Richtung nach aufwärts entführt und an die zu belegenden Narben benachbarter Stöcke angeweht wird.

Das ist allerdings nicht so aufzufassen, als ob bei dem Entführen des stäubenden Pollens durch den Wind gar kein Pollen zur Tiefe gelangen würde; für die Mehrzahl der Fälle aber steht es außer Frage, daß die Wölkchen des Blütenstaubes, welche durch mäßige Winde fortgeführt werden, zunächst nach aufwärts schweben und entweder schon auf diesem Wege zu den höher stehenden zu belegenden Narben gelangen, oder aber erst später, wenn die über weite Räume verteilten Pollenzellen bei ruhigerer Luft wieder langsam zur Tiefe sinken, die Narben belegen, ähnlich so, wie der in den Stuben aufgewirbelte Staub schließlich wieder langsam zur Tiefe sinkt und alle Möbel in der Stube als gleichmäßige Schicht belegt.

Bei einigen Arten wird der Pollen in demselben Augenblicke, in welchem die Antherenfächer aufspringen, mit Gewalt in die Luft hinausgeschleudert und entschwebt in Form kleiner Staubwölkchen schräg nach oben. In unsern Gegenden ist dieser Vorgang besonders schön an den Nesseln zu sehen. Wer sich an einem hellen taufrischen Sommermorgen vor ein Dickicht aus Nesseln stellt und dort zuwartet, bis die ersten Sonnenstrahlen die Blüten streifen, wird nicht wenig überrascht, wenn er bald hier, bald dort ein kleines blasses Staubwölkchen von den dunkel belaubten Stauden aufsteigen sieht. Anfänglich sind die Staubwölkchen nur vereinzelt und erheben sich in abmeßbaren Zeiträumen, allgemach werden sie häufiger, und bisweilen sieht man fünf, sechs und mehr im selben Augenblicke und in geringen Abständen entstehen. Nach und nach aber stellen sich die kleinen Explosionen wieder seltener ein, und ehe noch eine halbe Stunde vergangen ist, herrscht über dem Nesseldickichte wieder vollständige Ruhe. Bei Besichtigung aus nächster Nähe erkennt man leicht, daß die eben geschilderte Erscheinung auf einem plötzlichen Aufschnellen der fadenförmigen, in der Knospe schlingenförmig eingebogenen Träger der Antheren und einem gleichzeitigen Bersten der Antherenfächer beruht.

Wie mit unsern Nesseln verhält es sich mit den Arten der Gattung Glaskraut (Parietaria) und mit zahlreichen tropischen Urticineen. Eine dieser letztern nämlich, die im zentralen Amerika heimische Pilea microphylla (auch unter dem Namen Pilea muscosa bekannt), wird häufig in den botanischen Gärten gezogen, um an ihr das Ausschleudern des stäubenden Pollens zeigen zu können. Man braucht diese Pflanze zur Zeit, wenn sie mit Blütenknospen bedeckt ist, nur mit Wasser zu bespritzen und dann aus dem Schatten in die Sonne zu stellen, so geht sofort der Spektakel los. An allen Ecken und Enden explodieren



Papiermaulbeerbaum (Broussonetia papyrifera): 1. Ein belaubter Zweig mit köpfchenförmig vereinigten Fruchtblüten. — 2. Ein des Laubes beraubtes Zweigstück mit ährenförmig gruppierten Pollenblüten. — 3. Eine noch geschlossene Pollenblüte im Längsschnitte. — 4. Eine geöffnete Pollenblüte im Längsschnitte; zwei Antherenträger noch eingeschlagen, ein Antherenträger aufgeschnellt und aus der aufgesprungenen Anthere den Pollen ausschleudernd. — 5. Eine geöffnete Pollenblüte, deren sämtliche Pollenblätter bereits aufgeschnellt sind und den Pollen aus den Antheren ausgeschleudert haben. — 6. Zwei Fruchtblüten mit langen haarigen Narben. — Fig. 1, 2 in natürlicher Größe; Fig. 3—6: 4—5fach vergrößert. Vgl. Text, S. 136 und 148.

die Blütenknospen, und es wird weißlicher Blütenstaub in Form kleiner Wölkchen in die Luft emporgeschleudert. Auch viele Moreen zeigen diese Erscheinung, so namentlich der Papiermaulbeerbaum (Broussonetia papyrifera), von dessen Blüten obenstehend eine Abbildung eingeschaltet ist. Die Pollenblüten sind an der genannten Pflanze ährenförmig gruppiert (s. Fig. 2), und jede einzelne Blüte besteht aus einem kelchartigen Perigon und vier darüberstehenden Pollenblättern. Die ziemlich dicken Träger der Anthere sind in der geschlossenen Knospe eingeschlagen (s. Fig. 3) und wie Uhrfedern gespannt; sobald sich aber das becherförmige Perigon öffnet, schnellen die Träger der Antheren einer nach dem andern empor; gleichzeitig springen auch die Antherenfächer auf, und der Pollen wird aus ihnen gewaltsam in die Luft gestreut (s. Fig. 4). Sind sämtliche Antheren entleert, so krümmen sich die Träger

derselben bogenförmig zurück (s. S. 135, Fig. 5), und alsbald fällt die ganze Blütenähre, die nun für die Pflanze keinen weitern Wert hat, vom Stamme ab.

Das Ausschleudern des stäubenden Pollens erfolgt bei allen diesen Pflanzen nur dann, wenn zur Zeit des Sonnenaufganges ein leichter austrocknender Morgenwind über die Pflanzen hinstreicht und infolgedessen eine Änderung in der Spannung der betreffenden Gewebe stattfindet. Bei vollständiger Windstille und in schwüler feuchter Luft, ebenso bei Regenwetter unterbleibt das Öffnen der Blüten sowie das Ausschleudern des Pollens, oder, besser gesagt, es ist dieser Vorgang auf so lange hinausgeschoben, bis die Luft wieder trockner geworden ist, und bis sich wieder eine frische Brise eingestellt hat, welche die blütentragenden Zweige hin- und herschwenkt und erschüttert. Für das Verständnis der Übertragung des stäubenden Pollens ist dieses Ergebnis der Erfahrung von großer Wichtigkeit. Es stellt sich nämlich heraus, daß die bewegte Luft zwei Vorgänge einzuleiten hat, welche sich ergänzen und sozusagen Schlag auf Schlag folgen müssen, wenn der stäubende Pollen an die richtige Stelle kommen und nicht nutzlos verloren gehen soll. **Derselbe Luftstrom, welcher durch Erschütterung der blütentragenden Achsen und durch Veränderungen in der Spannung der Gewebe der Blüte eine Entbindung und ein Ausstreuen des Pollens veranlaßt, entführt auch den Pollen von der Stelle, wo er erzeugt wurde, und geleitet ihn zu dem Ziele, für das er bestimmt ist,** ein Satz, welcher übrigens nicht nur für das Ausstreuen des Pollens aus den aufschnellenden Pollenblättern, sondern auch für alle andern Fälle der Übertragung stäubenden Pollens mittels Luftströmungen seine volle Gültigkeit hat.

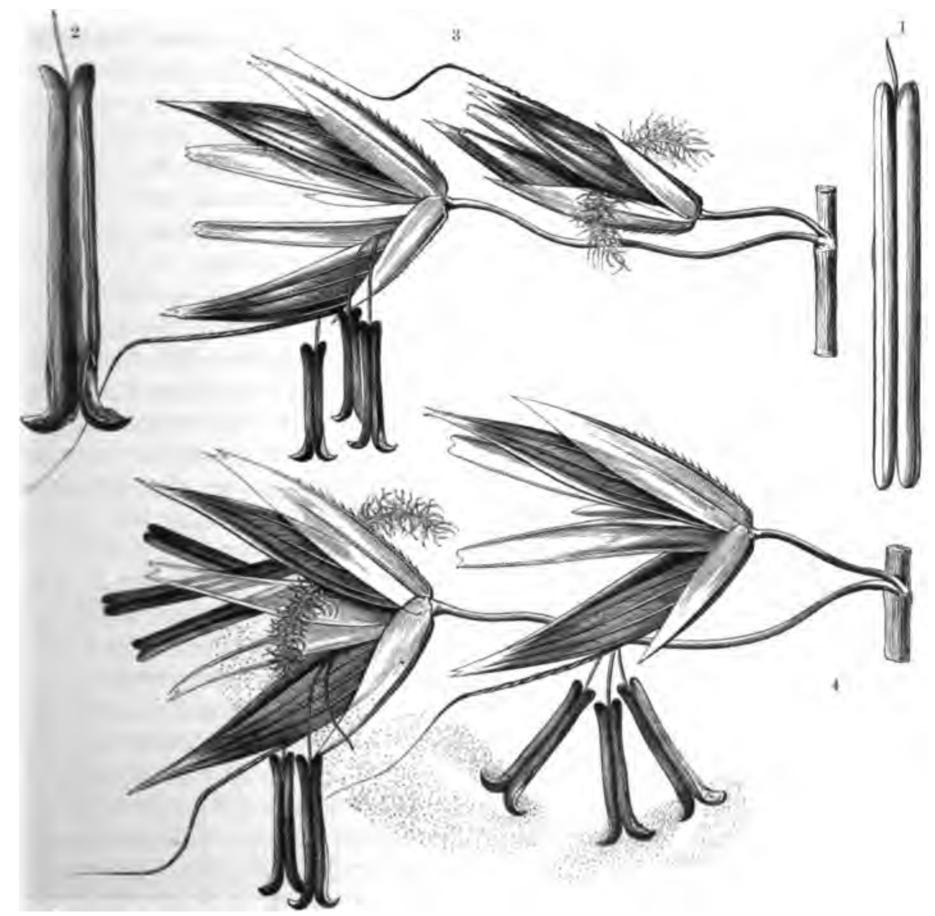


Esche (Fraxinus excelsior): 1. Ästchen mit zwei Zweigen, von welchen der linkseitige Pollenblüten, der rechtseitige Zwitterblüten trägt. — 2. Zwitterblüte. — 3. Zwei Antheren; die obere aufgesprungen, die untere noch geschlossen. — Fig. 1 in natürlicher Größe; Fig. 2, 3: 5fach vergrößert. Vgl. Text, S. 148.

Als ein solcher weiterer Fall wäre zunächst jener anzuführen, welcher an **Pflanzen mit kurzen, dicken Antherenträgern und verhältnismäßig großen, mit mehligen Pollen erfüllten Antheren** beobachtet wird. Die Steinlinde (Phillyrea), die Pistazie (Pistacia), der Buchsbaum (Buxus) und die meisten Eschen, zumal die gewöhnliche Esche (Fraxinus excelsior; s. obenstehende Abbildung), können als Vorbilder für diese Pflanzengruppe dienen. Die Entwickelung der Fruchtanlage eilt bei ihnen der Ausbildung des Pollens immer voraus. Man sieht zur Zeit, wenn die verhältnismäßig großen fleischigen Narben aus den unscheinbaren Blumen weit vorgestreckt und schon befähigt sind, den Pollen aufzunehmen, die Antheren noch fest geschlossen (s. Fig. 1 und 2). Diese öffnen sich erst zwei, drei, oft sogar erst vier Tage später in trockner Luft und zwar durch Bildung von Längsspalten über den Pollenbehältern. Die Ränder dieser Spalten schrumpfen sehr rasch, und dadurch wird jeder der beiden Pollenbehälter zu einer weit offenen Nische, in welcher der mehlige oder staubartige Pollen eingebettet liegt (s. Fig. 3). Da sich die Antheren kurz vor dem Aufspringen so gestellt haben, daß die Spalte nach oben gewendet ist, so sind natürlich

auch die Nischen nach oben zu gerichtet und bleiben bei ruhiger Luft mit Pollen erfüllt. Erst dann, wenn die blütentragenden Zweige hin- und herschwanken, fällt der Pollen aus den Nischen, und es entführt ihn derselbe Windstoß, welcher die Zweige ins Schwanken gebracht hat, als Staubwolke in die Lüfte.

Bei einer andern Gruppe von Pflanzen **werden die Antheren von langen Fäden getragen, kommen durch den leisesten Windstoß in schwingende, pendelnde und**



Französisches Raigras (Arrhenatherum elatius): 1. Eine geschlossene Anthere. — 2. Eine geöffnete Anthere. — 3. Blütenährchen mit ausgesperrten Spelzen und herabhängenden Antheren bei ruhiger Luft. — 4. Blütenährchen bei bewegter Luft. Die Antheren einer Blüte mit pendelnden Antheren und ausstäubenden Pollen; die Antheren einer andern Blüte des Pollens beraubt; von einem Faden die Anthere abgefallen; die Antheren einer dritten Blüte noch geschlossen, im Vorschieben begriffen. — Fig. 1, 2: 12fach; Fig 3, 4: 5fach vergrößert. Vgl. Text, S. 138, 139 und 148.

zitternde Bewegung und entlassen ähnlich wie geschüttelte Streubüchsen den stäubenden Pollen in kleinen Prisen. Enthalten die Blüten solcher Pflanzen neben den Pollenblättern auch Stempel, so ist das gegenseitige Verhältnis der Entwickelung stets in der Weise geregelt, daß die Narben bereits vollkommen ausgebildet und zur Aufnahme des Pollens geeignet sind, wenn die Antheren derselben Blüten noch unter der schützenden Hülle der Blumen- oder Deckblätter stecken und der in ihnen geborgene Pollen seine volle Reife noch nicht erlangt hat. Wenn dann einmal der Pollen vollständig ausgebildet ist und aus den aufgesprungenen Antheren entleert werden kann, dann sind die Narben der betreffenden Blüte schon welk und nicht mehr befähigt, den Pollen aufzunehmen. Daraus ergibt

sich, daß bei diesen Pflanzen der stäubende Pollen zu andern Blüten, welche sich in einem jüngern Entwickelungsstadium befinden, übertragen werden muß, wenn eine Befruchtung zu stande kommen soll. Das geschieht auch in der That und zwar durch die Vermittelung der in sanften Wellen dahinflutenden, die Antheren in zitternde Bewegung versetzenden Luftströme.

In erster Linie sind aus der Reihe solcher Pflanzen, deren stäubender Pollen durch zitternde, pendelnde oder schwingende Bewegungen der Antheren und der sie tragenden Fäden in die Luft gestreut wird, die Gräser zu nennen. Wie bei ihnen das Ausstäuben erfolgt, ist so merkwürdig, daß es sich der Mühe lohnt, etwas näher darauf einzugehen. Bei einem Teile der Gräser, zumal dem hier als Beispiel gewählten und auf S. 137 abgebildeten französischen Raigrase (Arrhenatherum elatius), beginnt der zu schildernde Vorgang damit, daß sich die unter dem Namen Spelzen bekannten Deckblättchen der Blüte plötzlich auseinander spreizen, was vermittelst eines eigentümlichen an der Basis angebrachten Schwellgewebes geschieht. Dadurch werden die bisher verborgenen Antheren entblößt und wird auch die Möglichkeit gegeben, daß die Antheren über die Spelzen hinaus in die Luft vorgeschoben werden. Dieses Vorschieben erfolgt durch ein erstaunlich rasches Längenwachstum der Antherenträger. Es wurde berechnet, daß bei einigen Gräsern die fadenförmigen Träger der Antheren innerhalb einer Minute um 1—1,5 mm sich verlängern, und daß sie nach zehn Minuten gewöhnlich das Drei- bis Vierfache ihrer ursprünglichen Länge erreicht haben. Bei einem Teile der hierher gehörigen Pflanzen wachsen die Fäden abwärts, bei einem andern Teile wagerecht und wieder bei einem andern Teile in gerader Richtung aufwärts dem Himmel zu. Der Turgor der Zellen ist in diesen zarten Fäden so groß, daß selbst jene, welche lotrecht in die Höhe gewachsen sind, das Gewicht der Anthere zu tragen vermögen, ohne umgebogen zu werden. Bei denjenigen Gräsern, deren Staubfäden schon von Anfang her abwärts gewachsen waren, macht es zwar den Eindruck, als ob diese Richtung durch das Gewicht der Anthere veranlaßt worden wäre. Dem ist aber nicht so. Thatsächlich kommt auch hier ein starker Turgor ins Spiel, und wenn man die Blütenstände solcher Gräser umkehrt, so erhalten sich die Staubfäden, welche ihr Längenwachstum eben erst abgeschlossen haben, trotz der außerordentlichen Zartheit in strammer Haltung und ragen kerzengerade in die Höhe. Bald darauf ändert sich allerdings dieses Verhältnis. Die Fäden erschlaffen, die bisher aufrecht stehenden werden nickend und überhängend, die horizontal vorgestreckten sinken herab, und alle machen jetzt den Eindruck von Pendeln, an welchen die Antheren aufgehängt sind.

Hand in Hand mit diesen Veränderungen der Fäden vollzieht sich auch das Aufspringen der Antheren. Solange die Antheren unter der schützenden Hülle der Deckblättchen geborgen waren, erschienen sie langgestreckt und lineal (s. Abbildung, S. 137, Fig. 1). Jede Anthere besteht aus zwei parallel nebeneinander liegenden Pollenbehältern, und jeder Pollenbehälter weist eine Längslinie auf, welcher entlang das Aufspringen erfolgt. Das Aufspringen beginnt immer erst dann, wenn die betreffende Anthere mit dem ursprünglich obern Ende nach abwärts gerichtet ist. Da der Faden und die Anthere durch ein Konnektiv von geringem Umfange miteinander verbunden sind, und da das Gewebe dieses Konnektivs sich ähnlich wie eine Gelenksverbindung verhält, so daß die Anthere drehbar ist, ohne abzureißen, so kann die erwähnte Einstellung unter allen Umständen stattfinden, d. h. es kann sich die Anthere mit ihrem ursprünglich obern Ende sowohl an hängenden als an wagerecht vorgestreckten und auch an aufrechten Fäden bodenwärts einstellen. Ist das geschehen, dann bilden sich an den Pollenbehältern entlang den schon erwähnten Linien Risse. Diese Risse werden nur zum kleinen Teile klaffend, nämlich nur an dem ursprünglich obern, nun abwärts gerichteten Ende der Anthere. Das hängt zum Teile damit zusammen, daß an dieser Stelle die beiden Pollenbehälter auseinander weichen und sich in entgegengesetzter Richtung krümmen, wie es durch die Fig. 2 der Abbildung auf S. 137 zu sehen ist. Die Bedeutung

dieses Vorganges aber ist darin gelegen, daß der staubförmige Pollen nicht sofort aus seinen Behältern fallen kann, nachdem sich die Risse gebildet haben; denn da die Enden der Pollenbehälter zufolge des Auseinanderweichens die Gestalt von tief ausgehöhlten Kähnen annehmen, so wird der Pollen bei ruhiger Luft zunächst in diesen Aushöhlungen eine Zeitlang zurückbehalten (s. S. 137, Fig 3). Erst dann, wenn ein Luftstrom die Antheren in Schwingungen versetzt, wird der staubförmige Pollen in Form eines kleinen Wölkchens fortgeweht (s. S. 137, Fig. 4). Zunächst nur jene kleine Prise, welche auf den spreizenden, kahnförmig ausgehöhlten Enden der Anthere liegt; aber alsbald wird diese Prise dadurch ersetzt, daß aus den obern nicht klaffenden Teilen der Antheren neuer Pollen herabsickert. Auch dieser hat natürlich keine lange Ruhe, und schon der nächste Windstoß vermag ihn fortzublasen. Das kann sich noch mehrmals wiederholen und dauert überhaupt so lange, als noch Pollen vorhanden ist. Nachdem die Antheren vollständig entleert sind, lösen sie sich von den Fäden ab und fallen als trockne Hülsen zu Boden. Gewöhnlich erfolgt dieses Ablösen und Abfallen aber erst mehrere Stunden nach dem Verstäuben, und an den meisten Gräsern, welche am frühen Morgen und im Laufe des Vormittags aufgeblüht sind, sieht man die entleerten Antheren noch bis zur Zeit des Sonnenunterganges an den Ähren und Rispen hängen.

Die dem Verstäuben des Pollens vorausgehenden Veränderungen sind bei den Gräsern noch weit auffallender als bei andern Pflanzen von der Witterung abhängig. Insbesondere spielen die Temperatur und der Feuchtigkeitszustand der Luft eine hervorragende Rolle. Niedere Temperatur und Regen können das Auseinanderweichen der Spelzen, das Vorschieben und Aufspringen der Antheren nicht nur um Stunden, sondern um Tage verzögern. Auch sehr trockne Luft und gleichzeitige hohe Temperatur verlangsamen die geschilderten Vorgänge. Die günstigsten Bedingungen für das Ausstäuben sind bei den meisten Gräsern am frühen Morgen gegeben, zur Zeit, wenn noch etwas Nachttau auf den Wiesen liegt, die ersten Sonnenstrahlen, schräg einfallend, die Blüten streifen, die Temperatur nur mäßig ansteigt und ein leichter Morgenwind die Ähren und Rispen ins Schwanken bringt. Unter diesen äußern Bedingungen vollzieht sich das Aufblühen und Ausstäuben des Pollens mit überraschender Schnelligkeit. Es gibt Gräser, in welchen die Lockerung und das Aufklappen der Hüllschuppen, das Auswachsen der Staubfäden, das Öffnen der Antheren und das Ausschütteln des Pollens binnen wenigen Minuten vor den Augen des Beschauers sich abspielt. Am frühsten, nämlich schon zwischen 4 und 5 Uhr, beginnen im Hochsommer die Rispengräser (Poa), das Süßgras (Glyceria), die Kölerie (Koeleria) und das französische Raigras (Arrhenatherum elatius) zu stäuben. Etwas später, nämlich zwischen 5 und 6 Uhr, kommen das Zittergras (Briza media), die Rasenschmiele (Aira caespitosa), der Weizen und die Gerste (Triticum, Hordeum) an die Reihe. Zwischen 6 und 7 Uhr stäubt dann der Roggen und eine große Zahl verschiedener Wiesengräser, namentlich das Knaulgras (Dactylis), das Bartgras (Andropogon), die Zwecke (Brachypodium) und viele Arten der Gattung Schwingel (Festuca). Zwischen 7 und 8 Uhr stäuben die Hafer aus der Gruppe Trisetum, der Fuchsschwanz (Alopecurus), das Lieschgras (Phleum) und das Ruchgras (Anthoxanthum). Nun tritt, wenigstens unter den im mittlern Europa einheimischen Gräsern, eine Pause ein. Von ausländischen, bei uns in Gärten gezogenen Arten stäuben im Laufe des Vormittags und zwar von 8—9 Uhr die Hirse und die Moorhirse (Panicum milliaceum und Sorghum), von 9—10 Uhr die Kolbenhirse (Setaria Italica) und das brasilische Savannengras (Gynereum argenteum). Gegen die Mittagszeit kommen wieder einheimische Gräser an die Reihe. Um 11 Uhr stäuben die meisten Arten der Gattung Straußgras (Agrostis) und zwischen 12 und 1 Uhr das Perlgras (Melica), das Pfeifengras (Molinia), das Borstengras (Nardus), das Haargras (Elymus), das Hartgras (Scleropoa) und mehrere Reithgräser (Calamagrostis). Im Laufe des Nachmittags gelangen

dann nur noch vereinzelte Arten zum Ausstäuben, so unter anderm um 2 Uhr die Trespen (Bromus), um 3 Uhr einige Hafer (Avena), um 4 Uhr die Quecken (Agropyrum) und zwischen 5 und 6 Uhr die Waldschmiele (Aira flexuosa). Sehr merkwürdig ist, daß das Honiggras (Holcus) bei günstigen Witterungsverhältnissen zweimal an einem Tage die Spelzen auseinander spreizt, die Antheren vorschiebt und den Pollen ausstäubt, einmal am Morgen nach 6 Uhr, dann zum zweiten Male abends um 7 Uhr, und zwar stets beim Eintritte einer Temperatur der Luft von 14 Grad. In den meisten Fällen dauert der ganze Vorgang in einer Blüte 15—20 Minuten.

Mit dem Auseinanderweichen der Spelzen und mit dem Vorschieben der Antheren sind häufig auch Veränderungen in der Lage und Richtung der ährentragenden Stiele verbunden. So z. B. werden die Stielchen der Blütenähren von **Agrostis, Apera, Calamagrostis. Koeleria** und **Trisetum** für die Zeit, in welcher das Ausstäuben stattfinden soll, spreizend und bilden gegen die Spindel, von der sie sich abzweigen, Winkel von 45, beziehentlich 80 Grad. Sobald aber das Ausstäuben vorüber ist, bewegen sich alle diese Stiele wieder gegen die Hauptachse des ganzen Blütenstandes, und die Rispe erscheint dann wie zusammengezogen. Augenscheinlich haben diese Bewegungen den Zweck, für die hervortretenden Antheren den nötigen Raum zu schaffen, damit sie ungehindert pendeln und schwingen und dabei den Pollen ausstreuen können. An jenen Gräsern, deren Blüten in dichten Ähren beisammenstehen, und auch bei einem großen Teile der Cyperaceen, namentlich der Gattung Segge (Carex), findet nicht eigentlich ein Aufklappen, sondern nur eine Lockerung der Deckblättchen statt, und bisweilen ist diese so unbedeutend, daß man sie bei flüchtiger Betrachtung kaum bemerkt. In solchen Fällen sind auch die fadenförmigen Antherenträger nur teilweise sichtbar; die Antheren werden durch die rasch auswachsenden Fäden über die Spelzen vorgeschoben und emporgehoben. Sobald ein Faden die entsprechende Länge erreicht hat, wird sein oberes Ende überhängend, die Anthere erscheint dann an diesem Ende wie aufgehängt und findet kein Hindernis bei den zum Ausschütteln des Pollens notwendigen Bewegungen.

Ähnlich wie bei den Gräsern und Seggen wird der stäubende Pollen bei dem Hanfe und Hopfen (Cannabis, Humulus) und bei zahlreichen Arten der Gattungen Ampfer und Wiesenraute (z. B. **Rumex alpinus** und **scutatus, Thalictrum alpinum, foetidum, minus**) aus den an zarten Fäden pendelnden Antheren ausgeschüttelt; nur bilden bei diesen Pflanzen nicht Spelzen, sondern kleine Blumenblättchen die schützende Hülle der noch geschlossenen Antheren. Auch werden bei dem Hanfe und Hopfen und den genannten Arten der Wiesenraute die aufgesprungenen Pollenbehälter nicht spreizend und klaffend, sondern die Risse, welche sich beim Aufspringen bilden, sind parallel und anfänglich so schmal, daß der stäubende Pollen nur ganz allmählich aus der engen Spalte herausgeschüttelt werden kann. Auch bei den Wegerichen (Plantago) wird der stäubende Pollen aus den von langen Fäden getragenen Antheren durch die Luftströmungen ausgeschüttelt. In der Blütenknospe sind die Fäden noch eingeschlagen, sobald sich aber die Blumenblätter auseinander thun, strecken sich die Fäden gerade und ragen straff aus der Blütenähre hervor. Die von diesen Fäden getragenen beweglichen Antheren sind breit und meistens von herzförmiger Gestalt; die beiden Pollenbehälter, aus welchen sie sich zusammensetzen, öffnen sich nur an der dem Himmel zugewandten Seite, und es ist daher die kurze klaffende Spalte, durch welche der Pollen in die Luft befördert werden soll, nach oben gerichtet. Hiermit hängt es wohl zusammen, daß bei den Wegerichen ein paar Tage vergehen, bis aller Pollen ausgeschüttelt ist. An die Wegeriche reihen sich dann noch die Rüstern (Ulmus; s. Abbildung, S. 141), die japanische Bocconia (**Bocconia Japonica**), die Wiesenrauten mit aufrecht abstehenden Staubfäden (**Thalictrum aquilegifolium, angustifolium, flavum** rc.) sowie mehrere Arten der Gattungen Becherblume und Wiesenknopf (Poterium, Sanguisorba). Die Staubfäden

der Rüstern sind zu allen Zeiten gerade, strecken sich aber kurz vor dem Öffnen der Antheren um das Doppelte ihrer ursprünglichen Länge, und die aufgesprungenen Antheren präsentieren sich dann als zwei weit offene Schalen; bei der Bocconia haben die Pollenbehälter die Gestalt langer, schmaler Nischen; ihre aufrecht abstehenden fadenförmigen Träger sind ähnlich jenem Schmucke der Barockzeit, welcher unter dem Namen Zitternadel bekannt ist, schlängelig hin- und hergebogen und zittern im Anhauche des schwächsten Windes. Bei der in unsern Voralpen häufigen Wiesenraute Thalictrum aquilegifolium sowie bei dem sibirischen Wie-

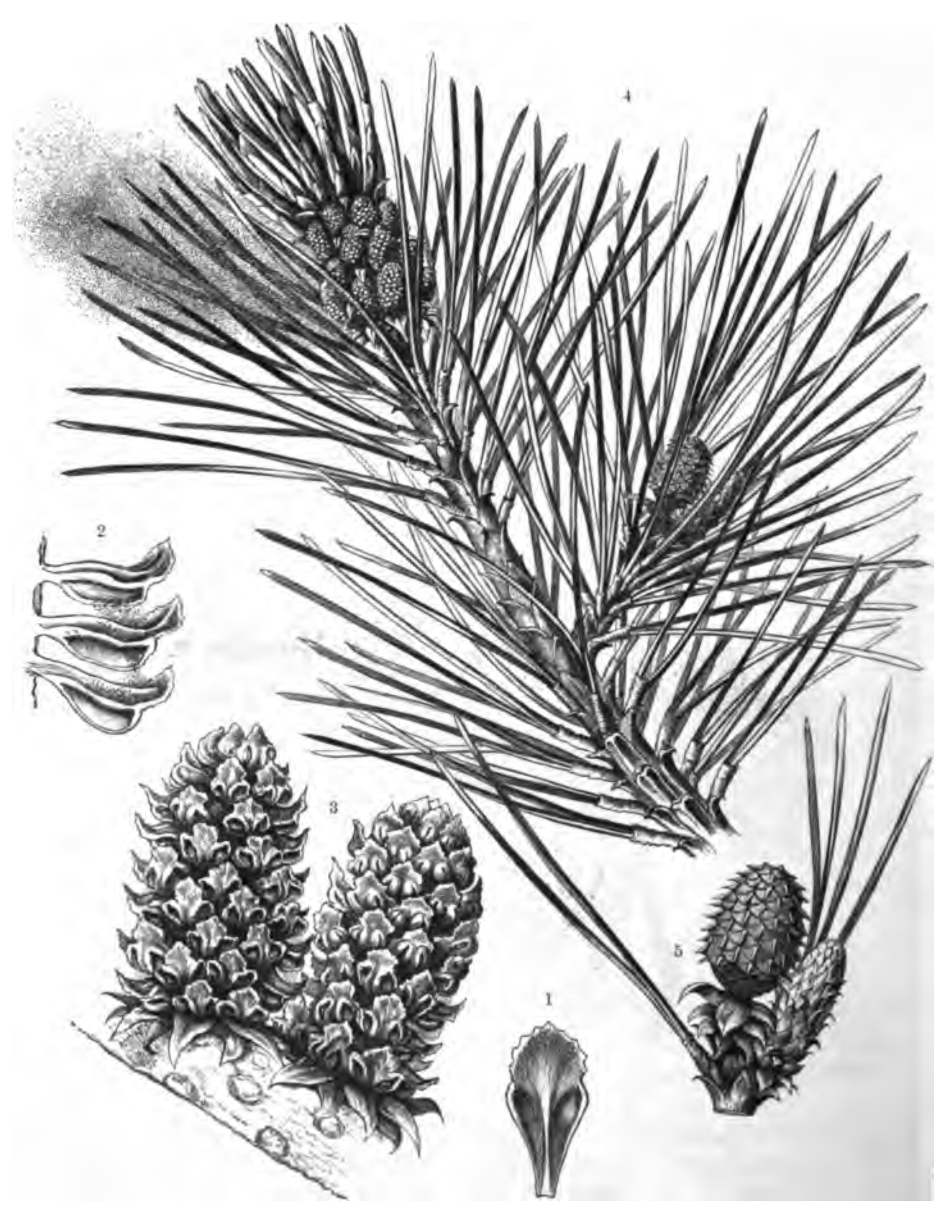


Rüster (Ulmus glabra), Fig. 1 mit Blüten, Fig. 2 mit Früchten. Vgl. Text, S. 140 und 148.

senknopfe Sanguisorba alpina sind die Staubfäden nach oben zu keulenförmig verdickt und, ähnlich wie jene der Bocconia, so eingerichtet, daß sie selbst bei schwach bewegter Luft leicht ins Schwanken kommen. Die Arten der Gattungen Plantago, Thalictrum und Ulmus sind auch insofern bemerkenswert, als sich die bei trocknem Wetter gebildeten Spalten ihrer Pollenbehälter bei Eintritt von Regen rasch schließen und so lange geschlossen bleiben, bis der Regen aufgehört hat und die Luft wieder trockner geworden ist.

In allen bisher besprochenen Fällen gelangt der in den Antheren erzeugte stäubende Pollen von seiner Bildungsstätte unmittelbar in die umgebende Luft. Nun gibt es aber auch noch viele Pflanzen, deren stäubender Pollen aus den Antheren zunächst auf einen geeigneten, gegen Nässe geschützten Platz im Bereiche der Blüten fällt,

daselbst kürzere oder längere Zeit verweilt und erst dann, wenn die für seine Verbreitung geeignetsten Verhältnisse in der Umgebung eingetreten sind, vom Winde weggeblasen wird. Als zeitweilige Ablagerungsstätte für solchen Pollen werden



Legföhre (Pinus Pumilio): 1. Ein einzelnes Pollenblatt von oben gesehen. — 2. Drei übereinander stehende Pollenblätter von der Seite gesehen. Der aus einer obern Anthere ausfallende Pollen gelangt zunächst auf die obere Seite der nächst tiefer stehenden Anthere. — 3. Zwei Ähren aus Pollenblättern. — 4. Ein Zweig, aus dessen gipfelständigen Ähren der Pollen ausstäubt. — 5. Fruchtblüte. — Fig. 1, 2: 10fach; Fig. 3: 8fach; Fig. 5: 2fach vergrößert; Fig. 4 in natürlicher Größe. Vgl. Text, S. 143 und in spätern Kapiteln.

sehr verschiedene Teile der Blüte in Anspruch genommen. Bei den Kiefern, Tannen und Fichten dient seltsamerweise die Rückseite eines andern Pollenblattes zu diesem Zwecke. Wie die Fig. 1 der obenstehenden Abbildung zeigt, ist bei der Legföhre oder Krummholzkiefer

(Pinus Pumilio) die obere Seite aller Pollenblätter infolge des Aufbiegens der seitlichen Ränder sowie des Aufstülpens der großen häutigen Schuppe, in welche das Konnektiv ausläuft, etwas grubig vertieft; zudem findet sich dort rechts und links von der Mittellinie eines jeden Pollenblattes eine seichte Mulde. Wie man sich leicht überzeugt, dienen diese grubigen Vertiefungen zur Aufnahme jenes Pollens, welcher aus den darüberstehenden Antheren herabfällt (s. S. 142, Fig. 2), und da sich gewöhnlich sämtliche in eine Ähre zusammengedrängte Antheren auf einmal öffnen, so tragen auch sämtliche Pollenblätter der betreffenden Ähre zu gleicher Zeit den staubartigen Pollen auf ihren Rücken (s. S. 142, Fig. 3). Solange die Winde schweigen, bleibt der Pollen ruhig auf dieser Ablagerungsstätte liegen, sobald aber ein Windstoß die Äste und Zweige der Kiefer schüttelt, kommt der abgelagerte Pollen aus seinem Verstecke zum Vorscheine, und man sieht ganze Wolken gelben Staubes von den Ähren emporwirbeln (s. S. 142, Fig. 4).

Einigermaßen abweichend von dieser für die Kiefern, Tannen und Fichten so bezeichnenden Einrichtung ist jene, welche bei der Eibe (Taxus) beobachtet wird. Das Konnektiv der Pollenblätter endigt bei diesem Nadelholze nicht mit einer aufgestülpten Schuppe, sondern mit einem kreisförmigen, am Rande gekerbten Schildchen.



Eibe (Taxus baccata): 1. Eine Anthere mit geschlossenen Pollenbehältern. — 2. Eine Anthere mit geöffneten und entleerten Pollenbehältern. — 3. Ein Zweig, aus dessen untern Blüten der Pollen ausstäubt. — Fig. 1, 2: 2fach; Fig. 3: 7fach vergrößert. Vgl. Text, S. 144.

Die Pollenbehälter erscheinen der untern, beziehentlich hintern Seite dieses Schildchens angeheftet, wie an der obenstehenden Abbildung, Fig. 1 zu sehen ist. Auch sind die Pollenblätter zu rundlichen Köpfchen vereinigt, und die schildförmigen Konnektive schließen mosaikartig dicht zusammen, so daß man bei oberflächlicher Ansicht die Pollenbehälter gar nicht zu sehen bekommt. Wenn der Pollen seine Reife erlangt und die Form des Staubes angenommen hat, springen die unter den Schildern versteckten Pollenbehälter auf, die Wände derselben schrumpfen zusammen, und die Pollenblätter haben jetzt die Form angenommen, wie sie die Figur 2 in der obenstehenden Abbildung zur Anschauung bringt. Die Schilder gleichen nun Kuppeln, welche von kurzen Säulen getragen werden und sich über Räume wölben, in denen loser, staubförmiger Pollen aufgespeichert ist. In warmer, trockner Luft zieht sich das Gewebe der Schilder etwas zusammen, es entstehen infolgedessen zwischen den Schildern spaltenförmige Öffnungen, und die aus den Pollenblättern gebildete Kugel sieht wie zerklüftet aus (s. obenstehende Abbildung, Fig. 3). Sobald nun ein Windstoß die Eibenzweige ins Schwanken bringt, stäubt ein Teil des Pollens durch die eben erwähnten Spalten in Form kleiner

Wölkchen aus. Abends, wenn die Luft feuchter wird, sowie an trüben, regnerischen Tagen schließen die Schilder wieder zusammen, der noch vorhandene Pollen wird eingekapselt und gegen Nässe geschützt. Tritt neuerdings warme, trockne Witterung ein, so stellen sich die Spalten wieder ein, und es kann der letzte Rest des Pollens ausgeschüttelt und fortgeblasen werden.

Die Einrichtung, welche hier an der Eibe als einem leicht zugänglichen Beispiele geschildert wurde, findet man allerdings in Einzelheiten mannigfach abgeändert, in der Hauptsache aber übereinstimmend an dem Wacholder, den Cypressen und Lebensbäumen (**Juniperus, Cupressus, Thuja**), und es wurden auch von einer Wacholderart, nämlich von **Juniperus Virginiana**, die bei trockner Luft geöffneten, bei feuchter Luft geschlossenen Köpfchen aus Pollenblättern bereits auf S. 123, Fig. 15—18 bildlich zur Darstellung gebracht. Merkwürdigerweise zeigen auch die im übrigen mit den zuletzt genannten Nadelhölzern in keinen verwandtschaftlichen Beziehungen stehenden Platanen (**Platanus**) ganz ähnliche Verhältnisse bei dem Verstäuben des Pollens. Die Pollenblätter derselben besitzen nämlich ein über den Antheren verbreitetes schildförmiges oder kissenförmiges Konnektiv, und jedes einzelne Pollenblatt, für sich betrachtet, erinnert an einen kurzen Nagel mit großem, dickem Kopfe. Neben kleinen Wärzchen, welche als verkümmerte Blumenblätter gedeutet werden, trägt der kugelförmige Boden des Blütenstandes eine große Zahl der eben beschriebenen nagelförmigen Pollenblätter. Dieselben stehen nach allen Seiten von der Kugel ab, und ihre schildförmigen Konnektive berühren sich gegenseitig an den Rändern ganz ähnlich wie jene der Eibe. So wie dort bilden sich unter der Decke der zusammenschließenden Konnektive Hohlräume aus, welche als zeitweilige Ablagerungsstätte für die aus den aufgesprungenen und zusammengeschrumpften Antheren entbundenen Pollenzellen dienen. Der Vorgang, wie diese Pollenzellen schließlich als Staub in die Luft gestreut werden, ist nun freilich wesentlich anders als bei den Eiben, Cypressen und dem Wacholder. Bei den Platanen fallen nämlich einzelne der nagelförmigen Pollenblätter aus dem kugelförmigen Blütenstande wie Stifte aus einem Mosaik heraus, und es entstehen auf diese Weise Löcher, welche sich als die Mündungen der mit stäubendem Pollen erfüllten Hohlräume darstellen. Aus diesen Löchern stäubt aber der Pollen in Form kleiner Wölkchen aus, sobald die an langen, schnurförmigen Stielen hängenden Blütenstände durch den Wind hin- und hergeschwenkt werden.

Bei den zahlreichen Bäumen und Sträuchern, deren ährenförmige Vereinigungen von Pollenblüten die Gestalt überhängender Quasten und Trodbeln haben, wie beispielsweise bei der in der Abbildung auf S. 145 dargestellten Hasel (**Corylus**), der auf S. 133 abgebildeten Erle (**Alnus**), der im I. Bande auf S. 700 dargestellten Walnuß (**Juglans**), weiterhin bei den Birken, Pappeln und Hainbuchen, dient die Rückseite der Blüten als zeitweilige Ablagerungsstätte des Pollens. Die Blütenähren aller dieser Gewächse sind anfänglich aufrecht und stellen kurze, dicke Zapfen und Cylinder dar. Kurze Zeit, bevor die Antheren aufspringen, streckt sich die Spindel der Ähren und wird überhängend; die an der Spindel sitzenden Blüten erhalten dadurch sämtlich eine gestürzte Lage, die offene Seite derselben ist jetzt nach abwärts, die Rückseite nach aufwärts gewendet. Die Rückseite einer jeden Blüte ist so eingerichtet, daß sie den Pollen, welcher aus den Antheren der darüberstehenden Blüten ausfällt, aufnimmt und so lange zurückhält, bis ein Windstoß die Quaste ins Schwanken bringt und dadurch ein Ausstäuben veranlaßt. (Vgl. Band I, S. 699—701.)

Mitunter gestaltet sich die obere schalenförmig ausgehöhlte Seite der Blumenblätter und Deckblätter zur zeitweiligen Ablagerungsstätte des stäubenden Pollens. Das ist zum Beispiele der Fall bei verschiedenen Arten der Gattung Laichkraut (**Potamogeton**), bei dem Dreizacke (**Triglochin**) und dem Sanddorne (**Hippophaë**). An dem krausblätterigen Laichkraute (**Potamogeton crispus**), einer in Teichen und langsam fließenden Bächen untergetaucht lebenden Pflanze, welche ihre Blütenähren im Hochsommer über den

Wasserspiegel emporschiebt (s. die Abbildung auf S. 146), erscheinen die fleischigen, rötlich-braunen, großen Narben schon zu einer Zeit befähigt, Pollen aufzunehmen, wann die nebenan stehenden Antheren noch geschlossen sind. Ja, nicht einmal die Blumenblätter der betreffenden Blüten haben sich zu dieser Zeit auseinander gethan, und man sieht sie unterhalb der vorgeschobenen, kreuzweise gestellten vier Narbenlappen über die Antheren gedeckt. Erst

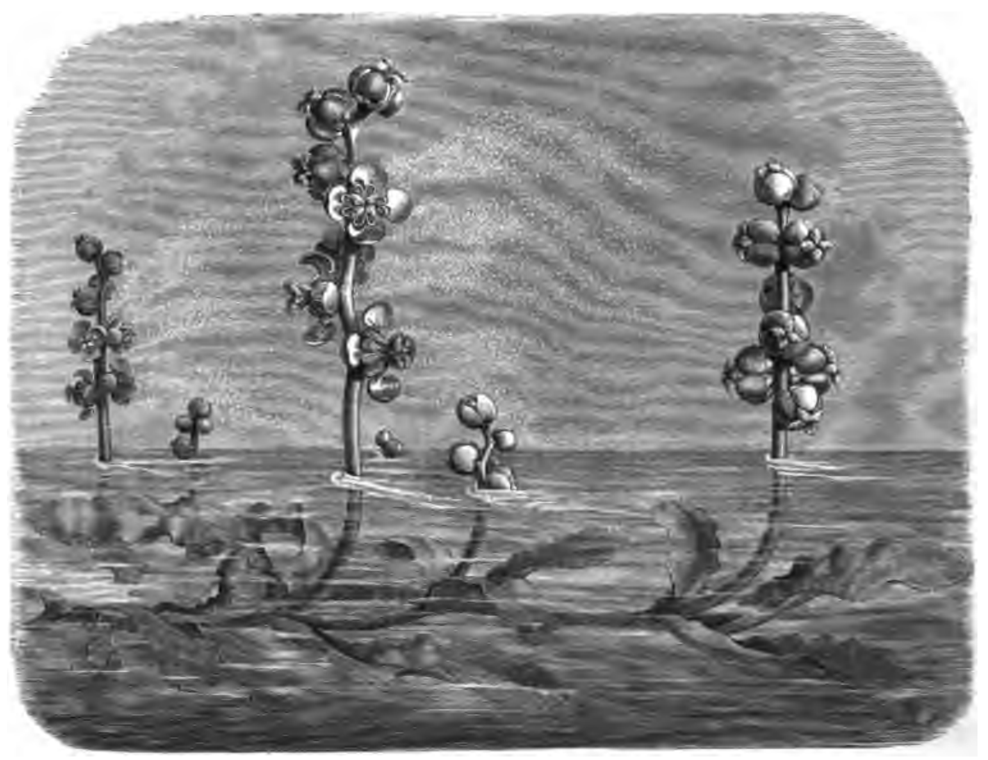


Hasel (Corylus Avellana) mit Blüten und Früchten. Vgl. Text, S. 144 und 148.

dann, wenn die Narben schon zu welken beginnen, schlagen sich die schalenförmigen, kurz-gestielten Blumenblätter zurück. Fast gleichzeitig bilden sich an den großen weißen Antheren Längsrisse, die sich rasch in weit klaffende Spalten umwandeln, aus welchen mehliger gelber Pollen reichlich hervorquillt. Wenn zur Zeit des Aufspringens der Antheren ein frischer, trockner Wind über die aus dem Wasser ragenden Ähren des Laichkrautes streicht, so wird ein Teil des Pollens sofort als Staub fortgetragen; wenn aber Windstille herrscht, so fällt der Pollen zum Teile nach abwärts in die Aushöhlung desjenigen Blumenblattes, welches wie eine Schale oder wie ein kurzgestielter Löffel unter die Antheren gestellt ist. Hier kann

der Pollen bei ruhiger Luft stundenlang abgelagert bleiben. Erst beim Eintreten eines kräftigen Windstoßes wird er aus der Schale weggeblasen und in wagerechter Richtung zu andern über das Wasser aufragenden Ähren hingetragen, deren Blüten sich noch in einem sehr frühen Entwickelungszustande befinden, und wo zwar die vierstrahligen Narben schon zur Aufnahme von Pollen bereit, aber die Antheren noch nicht aufgesprungen und die Blumenblätter noch geschlossen sind (s. untenstehende Abbildung).

Noch auffallender als bei diesem Laichkraute ist die zeitweilige Aufspeicherung des Pollens in den ausgehöhlten Blumenblättern bei dem Dreizacke (Triglochin). Auch bei dieser Pflanze eilt die Entwickelung der Narben jener der Antheren um 2—3 Tage voraus. So-

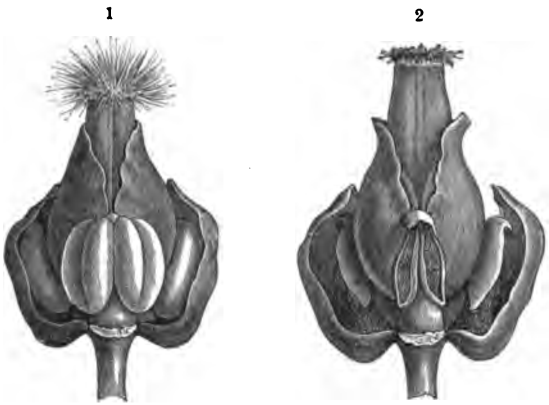


Krauses Laichkraut (Potamogeton crispus) mit ausstäubenden Pollen. Vgl. Text, S. 133, 145 und 148.

lange die sprengwedelförmige Narbe am Scheitel des Fruchtknotens frisch und zur Aufnahme des Pollens geeignet ist, sind die Antheren geschlossen, und erst dann, wenn die Narben verwelkt, verschrumpft und gebräunt sind, öffnen sich die Antheren (s. Abbildung, S. 147, Fig. 1 und 2). Die Pollenblätter, sechs an der Zahl, stehen in zwei dreigliederigen Wirteln übereinander (vgl. Band I, S. 605), und unter jedem Pollenblatte befindet sich ein tief ausgehöhltes Blumenblatt. Sobald sich die Antheren öffnen, kollert der Pollen in die Aushöhlung des darunterstehenden Blumenblattes, das sich inzwischen etwas von der Achse entfernt und gelockert hat. Hier verweilt er so lange, bis ihn ein die schlanken Blütenähren hin- und herschwenkender Windstoß aus seinem zeitweiligen Verstecke hinausbläst. Bemerkenswert ist der Umstand, daß sich nicht alle sechs Antheren einer Blüte auf einmal öffnen, sondern daß zuerst der untere dreigliederige Wirtel der Pollenblätter an die Reihe kommt, und daß dann, wenn der Pollen derselben auf die angegebene Weise durch den Wind entführt worden ist, sowohl die entleerten Pollenblätter als auch die darunterstehenden Blumenblätter

abfallen. Nun erst lockert sich der nächst höhere Wirtel der Blumenblätter; die Antheren der drei obern Pollenblätter springen auf, ihr Pollen gleitet in die darunterstehenden Aussackungen der Blumenblätter, und es wiederholt sich genau der früher geschilderte Vorgang.

Als ein drittes hierher gehöriges Beispiel wäre noch der Sanddorn (Hippophaë) erwähnenswert, der auf S. 109, Fig. 2—5 abgebildet ist. Die Blüten erscheinen bei diesem Strauche an der Seite holziger Zweige in Form kleiner Knäuel gruppiert. Jede Staubblüte setzt sich aus vier Pollenblättern und aus zwei schalenförmigen, gegenüberstehenden Deckblättern zusammen; die letztern liegen mit ihren Rändern aneinander, und es entsteht dadurch eine kleine Blase, in der die vier Pollenblätter versteckt sind. Der Pollen hat eine orangegelbe Farbe, ist mehlig und wird schon zu einer Zeit aus den Antheren entbunden, wenn die Blase noch geschlossen ist. Er fällt auf den Boden des blasenförmigen Hohlraumes und ist dort gegen Regen und Tau durch die ihn überwölbenden Deckblätter trefflich geschützt. Wenn ein warmer, trockner Wind über die Sanddornsträucher weht, öffnen sich die Blasen, es entstehen zwei gegenüberstehende, klaffende Spalten, und der Pollen wird aus seiner bisherigen Ablagerungsstätte in kleinen Prisen hinausgeblasen. Bei feuchtem Wetter schließen die beiden Deckblätter rasch zusammen und schützen den noch vorhandenen Pollen gegen Nässe; bei Eintritt trockner Witterung weichen sie wieder auseinander, gestatten dem Winde den Durchzug und lassen die Reste des noch vorhandenen Pollens entführen. Durch diese einfache Vorrichtung wird verhindert, daß der stäubende Pollen bei Regenwetter durch Nässe verdirbt, und anderseits ist doch die Möglichkeit gegeben, daß er bei dem Eintritte günstiger äußerer Verhältnisse zu den Narben benachbarter Sträucher gelangt.



Dreizack (Triglochin palustre): 1. Eine Blüte, deren sprengwedelförmige Narbe bereits belegungsfähig ist, während die sämtlichen Antheren noch geschlossen sind. — 2. Eine Blüte, deren Narbe bereits verwelkt ist, während die drei untern Antheren sich geöffnet und ihren Pollen in die darunterstehenden ausgehöhlten Perigonblätter abgelagert haben. — Von beiden Blüten das vordere untere Perigonblatt weggeschnitten. 8fach vergrößert. Vgl. Text, S. 133, 146 und 148.

Im Zusammenhange mit den hier in langer Reihenfolge geschilderten Einrichtungen, deren Bedeutung darin liegt, daß das Ausstäuben des Pollens nur in den geeignetsten, günstigsten Zeitpunkten erfolgt, steht auch die Freihaltung des Weges, auf welchem der stäubende Pollen durch den Wind fortgeführt wird, und weiterhin auch die Gestalt der zur Aufnahme des stäubenden Pollens bestimmten Narben. Was das erstere anbelangt, so ist es eigentlich selbstverständlich, daß sich in die Bahn, auf welcher die Staubwölkchen des Pollens zu den Narben hingeführt werden sollen, kein Hindernis einschiebt. Würden die Blüten des Dreizackes, des Laichkrautes und der Gräser von breiten Laubblättern verhüllt sein, so müßte ein großer Teil des Pollens an diesen Blättern hängen bleiben, und er müßte daselbst gerade so zu Grunde gehen, wie wenn er auf die Erde oder in das Wasser gefallen wäre. Dem entsprechend sind auch alle Blüten, aus welchen der Wind den Pollen fortzublasen hat, an den obern Enden der Stengel in Ähren und Rispen zusammengestellt und frei in die Luft ragend, aber niemals von breit angelegtem Laubwerke verdeckt. Besonders zu beachten ist auch der Umstand, daß eine große Zahl der Pflanzen mit stäubendem Pollen vorläufig blühen, das heißt schon zu einer Zeit ihren Pollen dem Winde übergeben, wenn das grüne Laub noch unentwickelt in den Knospen geborgen ist oder eben

erst aus den Knospen hervordrängt. Der Sanddorn, die Erle, die Esche, die Rüster, die Hasel, die Birke und die Espe, sie alle blühen und stäuben zu einer Zeit, in welcher die Zweige des grünen Blattschmuckes entbehren (s. die Abbildungen auf S. 109, 133, 136, 141 und 145). Würden diese Gewächse erst dann zu blühen beginnen, wenn das breit angelegte Laub schon vollständig ausgewachsen ist, so wäre die Übertragung des Pollens durch den Wind nahezu unmöglich. Der Weg zu den Narben wäre mit unzähligen hemmenden Scheidewänden verstellt und verrammelt, an welchen der Pollen unvermeidlich hängen bleiben müßte.

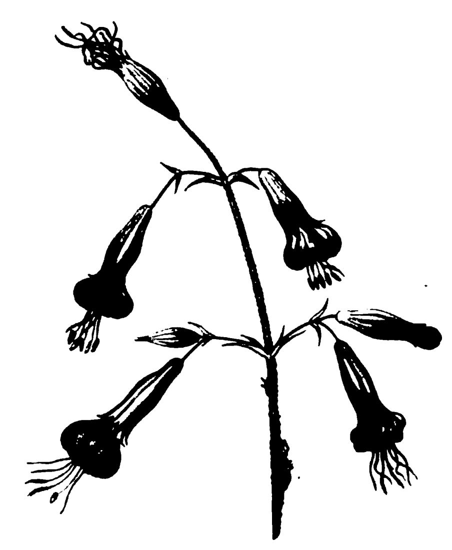
Was die Narben anbelangt, so sind sie bei den Pflanzen mit stäubendem Pollen allesamt als rechte Staubfänger ausgebildet. In dem einen Falle sind sie fleischig, gewulstet und an der dem Winde zugänglichen Fläche wie mit Samt überzogen (s. Abbildung, S. 146), in dem andern Falle bilden sie ein Gewirre aus langen, papillösen oder haarigen Fäden, wie beispielsweise an dem Papiermaulbeerbaume (s. Abbildung, S. 135, Fig. 1 und 6), bald erscheinen sie als zarte Federn (s. Abbildung, S. 137), bald als Pinsel und Sprengwedel (s. Abbildung, S. 147). Immer sind sie zur Zeit, in welcher, durch die Witterung begünstigt, das Ausstäuben stattfindet, ganz frei dem Winde ausgesetzt und so gestellt, daß die durch die Lüfte schwebenden Pollenzellen, sobald sie mit ihnen in Berührung kommen, wie die Mücken von dem Spinnengewebe festgehalten werden. Und trotz aller dieser Einrichtungen würde die Bestäubung der Narben durch Vermittelung des Windes fraglich bleiben, wenn nicht noch ein andrer Umstand ins Mittel käme. Der Wind ist eben ein gar unsicheres Gefährt, zumal für einen Gegenstand, der sich ganz unthätig verhält, und der auf die Richtung des Weges gar keinen Einfluß zu nehmen vermag. Da ist es aber von Wichtigkeit, daß eine möglichst weitgehende Verteilung und Verbreitung des zu übertragenden Pollens stattfinde, und diese ist wieder nur dann möglich, wenn die Zahl der entführten Pollenzellen recht groß ist. Würden in dem Blütenstande einer Nessel nur ein paar tausend Pollenzellen erzeugt und als ein Spiel des Windes preisgegeben werden, so müßte man es fast als einen glücklichen Zufall preisen, wenn auch nur eine einzige dieser Pollenzellen von den Narben eines 5 m weit entfernten Stockes aufgefangen würde; so aber geht die Zahl der Zellen, welche den stäubenden Pollen einer Nesselstaude bilden, in die Milliarden, und es wird dadurch die Wahrscheinlichkeit der Bestäubung in entsprechendem Maße erhöht. Wenn man die Staubblüten von Nadelhölzern, Haseln, Birken, Hanf und Nesseln, noch ehe sich deren Antheren geöffnet haben, abpflückt, auf eine entsprechende Unterlage bringt und das Aufspringen der Antheren abwartet, so staunt man über die Masse des sich entbindenden Blütenstaubes. Es scheint kaum glaublich, daß sich in den so kleinen Antheren eine so große Menge von Pollen entwickeln konnte, und das scheinbare Mißverhältnis wird erst begreiflich, wenn man bedenkt, daß die Zellen, welche innerhalb der Antheren dicht aneinander schlossen, jetzt nur mehr lose zusammengehäuft sind, und daß dieses Haufwerk von unzähligen Zwischenräumen durchsetzt ist. In Jahren, die für die Blüte der Nadelhölzer besonders günstig sind, wallen und wogen in den Kiefernwäldern bei mäßigem Winde gewaltige Staubwolken nicht nur durch die Baumkronen, sondern oft weit darüber hinaus, so daß schließlich außer den Fruchtblüten, Nadeln und Zweigen dieser Bäume auch die Blätter benachbarter Laubhölzer, ja selbst Kräuter und Gräser der angrenzenden Wiesen mit gelblichem Pollen eingepudert werden. Fällt in einer solchen Blütenperiode ein Gewitterregen, so kann der Pollen abgespült und durch das über den Boden fließende Regenwasser zusammengeschwemmt werden, und wenn dann die Gewässer abgeflossen sind, bleiben auf der Erde mitunter streifen- und fleckenförmige Ablagerungen eines gelben Pulvers zurück, welche vielfach die Angaben von gefallenem Schwefelregen veranlaßt haben.

Die Übertragung des Pollens durch Tiere.

Würde dieses Buch mit Initialen ausgestattet sein, welche den Inhalt der Abschnitte durch bildliche Darstellungen andeuten sollen, so müßte hier am Kopfe des Kapitels eine Gruppe von Blumen stehen, welche von Faltern, Hummeln und Bienen umschwärmt wird, es müßte der Künstler in die Schnörkel des Anfangsbuchstabens eins jener Stillleben einflechten, die an hellen Sommertagen in Wald und Flur so lieblich zu schauen sind und in den poetisch angehauchten Schilderungen der Blumenwelt sowie in den Schöpfungen der bildenden Kunst bei naiven Völkern eine so hervorragende Rolle spielen. Darstellungen von Schmetterlingen, welche um bunte Blumen gaukeln, und von emsigen Bienen, welche sich den Honigseim aus den Blütenkelchen holen, finden übrigens selbst in unsrer der Kleinmalerei abholden Zeit immer noch ihr dankbares Publikum. Zumal in der fröhlichen Jugendzeit haftet das Auge mit Vorliebe an solchen freundlichen Bildern, und da die Jugend niemals ausstirbt, wird es auch zu keiner Zeit an Leuten fehlen, welche den schönen Linien und Farben im engen Rahmen der blumigen Wiese und des sonnendurchleuchteten Waldrandes weit mehr Zuneigung entgegenbringen als der in großen Zügen sich darstellenden Landschaft. Wenn aber schon die flüchtige Betrachtung der Beziehungen zwischen den Blumen und ihren Besuchern ein ästhetisches Behagen zu veranlassen im stande ist und bei allen Völkern und zu allen Zeiten die Anregung zu anmutigen Kunstschöpfungen gegeben hat, um wieviel mehr vermag der tiefere Einblick das wissenschaftliche Interesse anzuregen, und welche hohe geistige Befriedigung muß es gewähren, den Gründen dieser merkwürdigen Beziehungen nachzuforschen und die gewonnenen Ergebnisse mit andern Fragen der Wissenschaft in Zusammenhang zu bringen. Es läßt sich dreist behaupten, daß die sorgfältigen Untersuchungen der Vorgänge bei dem Besuche der Blumen durch Insekten und andre Tiere die Lösung der die moderne Naturforschung beherrschenden Probleme um ein gutes Stück dem Ziele näher gebracht haben, und ebenso läßt sich die begründete Erwartung aussprechen, daß der über so manche Rätsel noch lagernde Schleier durch Fortsetzung dieser Forschungen in Kürze gelüftet werden wird.

Wenn die Zoologen behaupten, daß viele Ausbildungen an dem Körper der Insekten mit der Form gewisser Blüten im Zusammenhange stehen, so ist diese Erklärung vollauf berechtigt. Dasselbe gilt aber auch von dem Ergebnisse, zu welchem die Botaniker gekommen sind, daß nämlich zahlreiche Eigenheiten der Blüten mit der Gestalt und Lebensweise der blütenbesuchenden Tiere im Einklange stehen. Nun sind aber gerade jene Tiere, welche von den Blüten leben, und die zu Grunde gehen müßten, wenn es nur ein einziges Jahr hindurch keine Blüten auf dem Erdenrunde gäbe, in anbetracht der Größe, Form und Bekleidung, in betreff der Nahrungsbedürfnisse, in Hinblick auf die Flugzeit sowie mit Rücksicht auf zahlreiche andre nach Klima und Boden sich richtende Gewohnheiten ungemein verschieden. Von den winzigen Mücken bis zu den Kolibris und Honigvögeln, von den kaum 1 mm langen springenden Blasenfüßen, die in und mit den Blüten leben und sterben, bis zu den Riesenschmetterlingen Ceylons, Brasiliens und Neuguineas, deren Flügel eine Spannweite von 16 cm erreichen, und die schwerfällig von Blüte zu Blüte flattern, zieht sich eine lange Stufenleiter, welcher eine ganz ähnliche Reihe aus der Blütenwelt an die Seite gestellt werden kann. Der Buntheit in der Farbe blütenbesuchender Tiere, der Ausbildung der Flugvorrichtung bei Käfern, Fliegen, Bienen, Schmetterlingen und Vögeln, der Vielfältigkeit der Organe, mit welchen die genannten Tiere ihre Nahrung aus den Blüten gewinnen, der Greifwerkzeuge, mit welchen sie sich an den Blüten anklammern und festhalten, der Borsten und Haarpelze, mit denen sie den Pollen abstreifen, entspricht eine ebenso große, augenscheinlich parallel laufende Farben- und Formenverschiedenheit im Reiche der Pflanzen.

Gleichzeitig mit dem Öffnen der ersten Lenzesblüten schlüpfen auch die ersten Aurorafalter aus ihrer Puppenhülle; Bienen und Hummeln erwachen an demselben sonnigen Tage aus dem Winterschlafe, an welchem die Kätzchen der Weiden, aus der braunen Knospenschuppe hervordrängend, ihren Honig und Pollen ausbieten. Viele Blüten, welche sich am frühen Morgen öffnen, sind nur von bestimmten, zur selben Zeit ihre nächtlichen Ruheplätze verlassenden Schmetterlingen besucht; sobald sich diese Blüten bei Sonnenuntergang schließen, suchen auch die genannten Tiere ihre Quartiere auf, legen die Flügel zusammen und bleiben die Nacht hindurch in Schlaf versunken. Andre Blüten öffnen sich erst nach Sonnenuntergang, also zur Zeit, wann die Tagfalter schon zur Ruhe gegangen sind; zu diesen Nachtblüten kommen die Schwärmer, Eulen, Spinner und Spanner angeflogen, die sich tagsüber in schattigen Winkeln versteckt aufgehalten haben und erst mit beginnender Dämmerung ihre Ausflüge beginnen. Das sind gegenseitige Beziehungen der Lebensäußerungen, welche sich selbst dem flüchtigen Beobachter in der freien Natur mit jedem neuen Jahre aufdrängen, und die auch unzählige Male geschildert worden sind.


Nickendes Leimkraut (Silene nutans) am Tage. Vgl. Text, S. 151 und 152.

Heutzutage begnügen wir uns aber nicht mehr mit der Schilderung des Thatsächlichen, sondern fragen bei allen Erscheinungen nach den nahen und fernen Gründen und wollen den ursächlichen Zusammenhang der vor dem staunenden Auge sich abspielenden Vorgänge kennen lernen. Da drängt sich vor allem die Frage auf: was veranlaßt die Insekten und kleinen Vögel, zu den Blüten zu kommen, und welcher Vorteil erwächst der Pflanze aus den ihren Blüten zu teil werdenden Besuchen? Die Antwort lautet: in einigen Fällen die Sorge um die Brut, in andern Fällen die Annehmlichkeit eines gegen die Unbilden der Witterung gesicherten Unterstandes und in den meisten Fällen das Bedürfnis nach Nahrung. Die Blüten bieten aber den Tieren die Brutstätte für die Nachkommenschaft, den zeitweiligen behaglichen Unterstand und die gesuchte Nahrung nicht, ohne eine Gegenleistung zu beanspruchen, sondern sind so eingerichtet, daß von ihnen die besuchenden Tiere mit Pollen beladen werden, der dann weiterhin, auf andre Blüten übertragen und dort auf die Narben abgelagert, Veränderungen eingeht, welche die Samenbildung veranlassen. Es ist nun Aufgabe der nachfolgenden Zeilen, diese ganz allgemein gehaltene Antwort durch Darstellung einzelner Fälle zu erläutern und zu begründen.

Was zunächst die Wahl der Brutstätte für die Nachkommenschaft anlangt, so ist längst bekannt, daß die Nachtschmetterlinge aus der Gattung Dianthoecia und auch einige Arten der Gattung Mamestra ihre Eier in die Blüten nelkenartiger Gewächse, z. B. jene des nickenden Leimkrautes, der Klatschnelke, Kuckucksnelke und des Seifenkrautes (Silene nutans, Silene inflata, Lychnis flos cuculi, Saponaria officinalis), legen. Aus den mittels einer verhältnismäßig langen scharfrandigen Legeröhre abgesetzten Eiern gehen alsbald kleine Raupen hervor, welche sich in der von Scheidewänden nicht unterbrochenen Höhle des Fruchtknotens frei bewegen und dort nicht nur ein sicheres Versteck, sondern auch die ihnen zusagende Nahrung finden. Die Raupen leben nämlich von den Samenanlagen und jungen Samen,

welche in der Mitte der Fruchtknotenhöhle dem polsterförmigen oder kegelförmigen Ende des Blütenbodens aufsitzen. Wenn sie ausgewachsen sind, durchbeißen sie die Seitenwand des Fruchtknotens, kriechen durch das gebildete Loch aus der bisher als Wohnstätte benutzten Höhlung ins Freie und kommen auf den Boden herab, um sich daselbst zu verpuppen. Würden die Raupen von Dianthoecia sämtliche im Fruchtknoten angelegten Samen aufzehren, so wäre das kein Vorteil, sondern ein Nachteil für die betreffende Nelkenart. Bei der Fülle von Samenanlagen kommt es aber nur selten zu einer solchen vollständigen Vernichtung, und wenn schon in einer der Kapseln alle Samen aufgezehrt werden sollten, so finden sich an demselben Nelkenstocke immer noch andre Kapseln, welche eine Fülle unversehrter keimfähiger Samen entwickeln. Die Mehrzahl der hier in Rede stehenden nelkenartigen Gewächse, unter anderm auch das S. 150 und nebenstehend abgebildete nickende Leimkraut (Silene nutans), blühen in der Nacht; ihre Blüten öffnen sich, sobald die Dämmerung beginnt, sind die Nacht hindurch weit geöffnet und schließen sich bei Aufgang der Sonne am folgenden Tage. Das wiederholt sich an jeder Blüte wenigstens dreimal. Am ersten Abend breiten sich die Kronenblätter, welche bisher in der Knospe eingerollt und eingeschlagen waren, sternförmig aus und schlagen sich etwas zurück (s. nebenstehende Abbildung); auch werden ziemlich rasch aus der Mitte der Blüte fünf Antheren vorgeschoben, welche bald danach aufspringen, sich ringsum mit haftenden Pollen bedecken und in diesem Zustande die Nacht hindurch verbleiben. Im Laufe des folgenden Vormittags krümmen sich die fadenförmigen Träger dieser dem äußern Kreise der Pollenblätter angehörenden Antheren nach außen, und die Antheren fallen ab. Seltener bleiben sie als verschrumpfte leere Säcke an den Enden der zurückgekrümmten Fäden hängen. Am nächsten Abend kommt der zweite in diesen Blüten enthaltene Wirtel von Pollenblättern an die Reihe, und es werden ganz in derselben Weise wie das erstemal fünf Antheren vor die Mündung der Blüten geschoben, die bei einbrechender Dunkelheit aufspringen und ihren Pollen ausbieten. Am dritten Tage krümmen sich auch diese Pollenblätter zurück, wobei ihre Antheren gewöhnlich abfallen, und bei beginnender Dämmerung schieben sich jetzt die langen S-förmig gewundenen samtigen Narben vor, welche bisher, in der Tiefe der Blüte zusammengelegt, geborgen waren. Mit diesen Veränderungen Hand in Hand gehen auch gewisse Lageänderungen, welche die Blumenblätter betreffen. Es wurde bereits erwähnt, daß die in der Knospe eingerollten Kronenblätter am ersten Tage des Blühens sich aufrollen, sternförmig ausbreiten und zurückschlagen. Auch entwickeln die Blüten zu dieser Zeit einen köstlichen Hyazinthenduft, welcher zahlreiche nächtliche Insekten herbeilockt, aber nur von 8 Uhr abends bis gegen 3 Uhr morgens anhält. Mit anbrechendem Tage beginnen die Blumenblätter sich wieder einzurollen und zwar bei milder Temperatur und hellem Himmel rascher, bei kalter Witterung und trübem Himmel langsamer. Bei diesem Einrollen bekommen die Kronenblätter auch Längsfalten, werden runzelig und



Nickendes Leimkraut (Silene nutans) in der Nacht; eine Blüte von dem Nachtschmetterlinge Dianthoecia albimacula besucht. Vgl. Text, S. 152.

gerieft und bilden nun fünf den Blütenmund umgebende Knäuel, welche bei flüchtigem Ansehen glauben machen, die Blütezeit sei schon vorüber (s. Abbildung, S. 150). Aber sobald der Abend heranrückt, verschwinden die Runzeln, die Kronenblätter glätten sich, rollen sich auf, breiten sich wieder sternförmig aus und schlagen sich neuerdings zurück. Eine Eigentümlichkeit, welche diesen Blüten zukommt, besteht auch darin, daß die innere Seite der Kronenblätter weiß, die Rückseite schmutzig gelb, grünlich oder braun, auch trübrot oder fast aschgrau, immer aber von einer unausgesprochenen, unscheinbaren, wenig in die Augen fallenden Farbe ist. Während die sternförmig ausgebreiteten und zurückgeschlagenen Kronenblätter, welche die Innenseite nach außen kehren, mit ihrer weißen Farbe in der Dämmerung des Abends sehr auffallen, sind die eingerollten verknitterten Kronenblätter, von welchen nur die Rückseite zu sehen ist, bei Tage nichts weniger als in die Augen fallend und machen vielmehr den Eindruck, als seien sie bereits verwelkt und dabei gebräunt, wie das auch in der Abbildung auf S. 150 zu sehen ist. Infolgedessen werden sie auch am Tage von den Insekten nicht beachtet und nicht besucht.

Das ist es aber gerade, was hier angestrebt erscheint. Jene Insekten, welche im Laufe des Tages zu den Blüten kommen, um dort Honig zu saugen, wären für das Leimkraut nichts weniger als willkommene Gäste. Die fadenförmigen Träger der Antheren sind zurückgekrümmt, die Antheren sind zusammengeschrumpft und leer oder abgefallen, und es ist jetzt kein Pollen in den Blüten abzustreifen. Ein honigsaugendes Insekt würde um diese Zeit weder Pollen aufladen noch abladen können, und der Honig wäre daher den Tagtieren umsonst geopfert. Ja die Blüten hätten noch dazu den Nachteil, daß sie, des Honigs beraubt, in der darauffolgenden Nacht ein Anlockungsmittel weniger besitzen würden. Um es kurz zu sagen, die Blüten dieser nelkenartigen Pflanzen bleiben tagsüber von den Besuchern aus der Insektenwelt verschont, weil zu dieser Zeit ihre Blumenblätter die schmutzige unscheinbare Rückseite nach außen kehren, keinen Duft in die Lüfte streuen und die Täuschung hervorbringen, als wären sie verwelkt und in ihnen nichts Brauchbares mehr zu finden. Sobald aber die Nacht heranrückt, da stehen die pollenbeladenen Antheren und die samtigen Narben vor dem Eingange zum honigführenden Blütengrunde, der Duft und die weiße Farbe der Blumen wirken als Anlockungsmittel für die Insekten, und jetzt sind diese als Besucher willkommen und gern aufgenommen, freilich nur solche, welche zufolge ihres Körpermaßes bei Gelegenheit ihrer Besuche den Pollen oder die Narben streifen und rasch von Blüte zu Blüte schwärmen. Die andern, welche zu klein sind oder der Flügel entbehren, sind auch jetzt noch fern gehalten und zwar durch Einrichtungen, auf welche später noch die Rede kommen wird. Von den willkommenen Besuchern sind aber wieder durch ihre Größe, Körperform, Rüssellänge und verschiedene andre Eigentümlichkeiten des Baues die kleinen Eulen am besten geeignet und unter diesen insbesondere die Arten aus der Gattung Dianthoecia, von welchen eine als Besucherin an der Blüte des nickenden Leimkrautes in der Abbildung auf S. 151 dargestellt ist. Diese kleinen Nachtschmetterlinge kommen auch fleißig angeflogen, saugen Honig, und die Weibchen legen ihre Eier in die Blüten. Es kommt auch vor, daß die Weibchen von einer Blüte, an der sie sich saugend aufgehalten haben, Pollen aufladen, dann zu andern Blüten fliegen, an diesen, ohne wieder Honig zu saugen, die Eier ablegen und bei dieser Gelegenheit den mitgebrachten Pollen an die Narben abstreifen. Das Ergebnis aller dieser Vorgänge ist aber folgendes. Die Blüten des nickenden Leimkrautes sowie der andern oben erwähnten nelkenartigen Gewächse sind für die kleinen Eulen aus der Gattung Dianthoecia und Mamestra berechnet und werden ausschließlich oder vorwaltend von diesen Tieren besucht. Die kleinen Eulen gewinnen dort Honig, und die Weibchen finden die für sie einzig und allein geeigneten Brutstätten für ihre Eier. Der Gegendienst, welchen die Schmetterlinge den Nelkengewächsen erweisen, besteht darin, daß

sie den Pollen von Blüte zu Blüte übertragen und dadurch das Entstehen von Samen veranlassen, welche sonst gewiß nicht zu stande kommen würden.

Die hier geschilderten Beziehungen zwischen den kleinen Eulen aus den Gattungen **Dianthoecia** und **Mamestra** und den Nelkengewächsen aus den Gattungen Silene, Lychnis und Saponaria wiederholen sich auch noch in mehreren andern Gruppen der Schmetterlinge und Pflanzen. So stehen mehrere Arten der kleinen blauen Tagfalter aus der Gattung Lycaena zu den Hülsengewächsen und Rosifloreen in einem ganz ähnlichen Verhältnisse. Die schöne Lycaena Hylas besucht die Blüten des Wundklees (Anthyllis Vulneraria) und überträgt bei diesen Besuchen den Pollen von einem Stocke zum andern. Das Weibchen legt die Eier in den Fruchtknoten der besuchten Blüten, und aus den Eiern schlüpfen Raupen, die sich von dem jungen Samen ernähren. Im ausgewachsenen Zustande verlassen die Raupen den Fruchtknoten und gehen unter die Erde, um sich daselbst zu verpuppen. Dasselbe Verhältnis besteht zwischen der südeuropäischen Lycaena Baetica und dem Blasenstrauche (Colutea arborescens), der Lycaena Arcas und dem Wiesenknopfe (Sanguisorba officinalis) und noch so manchen andern; nur kommen zu den Blüten dieser Pflanzen neben den genannten Schmetterlingen auch noch andre mit Pollen beladene Insekten angeflogen, welche keine Eier in die Fruchtknoten legen und als Lohn für die Übertragung des Pollens nur Honig erhalten, so daß diese Fälle wohl nur teilweise hierher gehören.

Dagegen wurde die Lebensgeschichte einer auf den kapseltragenden Arten der Gattung Yucca lebenden Motte, Namens Pronuba yuccasella, bekannt, welche eins der merkwürdigsten Beispiele für die Übertragung des Pollens durch eierlegende Insekten bildet und hier etwas ausführlicher besprochen werden soll. Die Blüten aller Arten der Gattung Yucca stehen in umfangreichen Rispen beisammen (s. Abbildung, Band I, S. 619), sind glockenförmig und hängen an grünen glatten Stielen. Die Blumenblätter, sechs an der Zahl, haben eine gelblichweiße Farbe und sind demzufolge in der Dämmerung und in mond- und sternenhellen Nächten auf ziemliche Entfernung sichtbar. Nach dem Aufspringen der Blütenknospen, was regelmäßig am Abend erfolgt, bilden die Blumenblätter eine weit offene Glocke (s. Abbildung, S. 154, Fig. 1). Gleichzeitig mit dem Auseinandergehen der Blumenblätter öffnen sich auch die kleinen Antheren, welche auf dicken papillösen, auswärts gekrümmten Trägern ruhen, und es wird in den schraubenförmig gedrehten Rissen derselben ein goldgelber klebriger Pollen sichtbar. Jede Blüte ist nur eine Nacht hindurch weit geöffnet, schon am andern Tage neigen die freien Enden der sechs Blumenblätter zusammen, und die Blüte hat jetzt die Form eines Ballons oder einer Blase mit sechs schmalen seitlichen Öffnungen (s. S. 154, Fig. 1). Im Zwielichte des Abends und in der Nacht flattern um die Blüten der Yukka zahlreiche kleine gelblichweiße, im Mondscheine metallisch schimmernde Motten (Pronuba yuccasella; s. S. 154, Fig. 4) herum. Die Weibchen derselben kommen in das Innere der weit geöffneten Glocken und suchen sich dort zunächst des Pollens zu bemächtigen, aber nicht um ihn zu verzehren, sondern um ihn fortzuschleppen. Sie sind zu diesem Zwecke mit einer eignen Vorrichtung ausgestattet. Das erste Glied der Kiefertaster ist außerordentlich verlängert, an der Innenseite mit steifen Borsten besetzt und kann wie ein Rüssel eingerollt werden (s. S. 154, Fig. 5). Es dient zum Ergreifen, Zusammenballen und Festhalten des Pollens. In kürzester Zeit haben die Motten mittels dieses Greiforganes einen Ballen aus Pollen gesammelt, der an der untern Seite des Kopfes durch die eingerollten Kiefertaster festgehalten wird und den Eindruck eines großen Kropfes macht. Beladen mit diesem Ballen aus Pollen, der mitunter dreimal so groß ist als der Kopf, verläßt die Motte die eine Blüte, um sofort eine zweite aufzusuchen. Hier angelangt, rennt sie flink im Kreise herum, macht ab und zu einen plötzlichen Sprung und nimmt endlich Stellung auf je zwei der dicken nach auswärts gebogenen Träger der Antheren,

indem sie sich auf diese mit gespreizten Beinen hinsetzt. Sie sucht nun mit der Legeröhre einen günstigen Punkt an der Seite des Stempels zu erreichen und setzt ihre Eier ab. Die Lege-



Übertragung des Pollens durch eierlegende Insekten: 1. Ein Zweig aus dem Blütenstande der Yucca Whipplei; die Blüte in der Mittelhöhe geöffnet, die unter ihr stehende Blüte, welche tagsvorher geöffnet war, bereits geschlossen, die übrigen Blüten noch im Knospenzustande. — 2. Eine einzelne Blüte derselben Pflanze, von der Motte Pronuba yuccasella besucht; die drei vordern Blumenblätter entfernt. — 3. Narbe der Yucca Whipplei. — 4. Pronuba yuccasella zu der vom Monde beschienenen Yucca Whipplei anfliegend. — 5. Kopf der Pronuba yuccasella, von dessen rüsselförmigen Kiefertastern ein Ballen aus dem Pollen der Yucca festgehalten wird. — 6. Zweig mit Blütenstand der Ficus pumila; der urnenförmige Blütenstand der Länge nach durchschnitten. — 7. Eine einzelne Fruchtblüte aus dem Grunde der Urne von Ficus pumila. — 8, 9. Pollenblätter derselben Pflanze aus dem obern Teile der Urne. — 10. Urne von Ficus Carica, mit den von Blastophaga erzeugten Gallen erfüllt; der Länge nach durchschnitten; nahe der Mündung der Urne eine Feigenwespe (Blastophaga grossorum), die aus einer der Gallen ausgeschlüpft ist. — 11. Urnenförmiger Blütenstand von Ficus Carica, mit Fruchtblüten erfüllt; der Länge nach durchschnitten; an der Mündung der Urne zwei Feigenwespen, von welchen eine bereits in den Innenraum eingekrochen ist, während die andre im Begriffe steht, einzukriechen. — 12. Pollenblüte, — 13. langgriffelige Fruchtblüte der Ficus Carica. — 14. Die aus einer kurzgriffeligen Gallenblüte hervorgegangene Galle. — 15. Blastophaga grossorum aus einer Galle ausschlüpfend. — 16. Eine ausgeschlüpfte Blastophaga. — 17. Dieselbe vergrößert — Fig. 1, 2, 4, 6, 10, 11, 16 in natürlicher Größe; Fig. 3: 2fach; Fig. 5: 20fach; Fig. 7, 8, 9, 12, 13: 5fach; Fig. 14, 15, 17: 8fach vergrößert. Vgl. Text, S. 153—158.

röhre besteht aus vier zusammengelegten hornartigen Borsten und ist ganz dazu geeignet, das Gewebe des Stempels der Yukkablüte zu durchbohren. Nachdem die Eier gelegt sind und der Eierleger zurückgezogen ist, rennt die Motte zur Spitze der trichterförmig vertieften

Narbe (s. S. 154, Fig. 3), rollt dort ihre rüsselförmigen Kiefertaster auf und stopft den Pollen in den Narbentrichter hinein, indem sie dabei wiederholt nickende Bewegungen mit dem Kopfe ausführt (s. S. 154, Fig. 2). Es wird angegeben, daß dieselbe Motte in derselben Blüte das Eierlegen und das Ausstopfen der Narbe mit Pollen abwechselnd mehrmals wiederhole.

Die meisten in den Stempel eingeführten Eier werden in der Nähe der Samenanlagen abgesetzt. Sie sind länglich, schmal und durchscheinend, nehmen rasch an Umfang zu, und man sieht alsbald in denselben einen eingerollten Embryo. Schon am vierten oder fünften Tage kriecht die Raupe aus und geht sogleich daran, die Samenanlagen in der Höhle des Fruchtknotens zu verzehren. Jede Raupe braucht im Laufe ihrer Entwickelung 18—20 Samen zur Nahrung. Ist sie ausgewachsen, so beißt sie in die noch saftreiche Wand des Fruchtknotens ein Loch, kriecht durch dasselbe nach außen, läßt sich an einem Faden auf den Boden herab, bohrt sich in die Erde ein und spinnt unterirdisch einen eiförmigen Kokon, in welchem sie bis zum nächsten Sommer verbleibt. 14 Tage vor Beginn der Blütezeit der Yukka verpuppt sie sich, und sobald die Blüten der Yukka aufspringen, schlüpfen die silberglänzenden Motten aus ihrer Puppenhülle.

Zum vollen Verständnisse der Beziehungen zwischen der Yukka und Yukkamotte ist es wichtig, zu wissen, daß bei der genannten Pflanze der klebrige Pollen ohne Beihilfe der Insekten nicht auf die Narbe gelangen kann. Nur bei Yucca aloëfolia scheint manchmal eine Übertragung des Pollens auf die Narbe durch Vermittelung der Blumenblätter oder der sich verlängernden Antherenträger stattzufinden, aber bei den meisten Arten dieser Gattung, namentlich den kapselfrüchtigen, ist das gewiß nicht der Fall. Insekten kommen mit Ausnahme der Motte nur selten angeflogen, und diejenigen, welche sich zufällig auf die Blüte setzen, veranlassen keine Belegung der Narbe mit Pollen. Würde die Pollenübertragung nicht durch die Pronuba yuccasella ausgeführt, so müßten die Fruchtanlagen und selbstverständlich auch die Samenanlagen der Yukka verderben. Thatsächlich verkümmern auch sämtliche Früchte der kapselfrüchtigen Arten, wenn die Motten durch einen Schleier aus Gaze von den Blüten abgehalten werden. Auch in den Gärten, wo die Yukkamotten fehlen, unterbleibt an den dort gepflegten Stöcken die Fruchtbildung. Yucca Whipplei, welche in ihrem Heimatlande Kalifornien von einer Motte besucht wird und dort reichliche aufspringende Kapselfrüchte bildet, hat im Wiener botanischen Garten, wo sie wiederholt geblüht hat, wo aber die Motte fehlt, keine einzige Frucht zur Reife gebracht. An gewissen Arten, z. B. an Yucca gloriosa, hat überhaupt noch niemand Früchte gesehen, weder an ihrem ursprünglichen Standorte noch in den Gärten, und man glaubt, daß die zu dieser Art gehörige Motte ausgestorben ist. Es mag diese letztere Annahme dahingestellt bleiben; so viel ist gewiß, daß ohne Beihilfe der Pronuba yuccasella gewisse Arten von Yukka, namentlich die kapselfrüchtigen, keine Früchte und Samen bilden. Da es aber anderseits sichergestellt ist, daß die Raupe der genannten Motte ausschließlich von den jungen Samen dieser Arten von Yukka lebt, so wird man zu dem Schlusse gedrängt, daß die Motte den Pollen in die Narbe der Yukkablüte stopft, damit ihre Raupen die zur Erhaltung der Art nötige Nahrung finden.

Selbstverständlich bedarf diese Schlußfolgerung nicht der Annahme, daß von der Motte die besprochenen Verrichtungen mit Überlegung und kluger Voraussicht ausgeführt werden. Aber es wird nichts dagegen einzuwenden sein, wenn man die Handlungsweise dieser Tiere als eine unbewußt zweckmäßige auffaßt. Das Hineinstopfen des Pollens in den Narbentrichter ist nicht mehr und nicht weniger wunderbar als die Thatsache, daß der Kohlweißling in abgelegenen Gebirgsthälern, wo sich nur spärliche menschliche Ansiedelungen und nur wenige Gemüsegärten neben den zerstreut stehenden Gehöften finden, oft stundenweit herumfliegt, um Kohlpflanzen ausfindig zu machen, auf die er seine Eier legt, damit die

auskriechenden Raupen alsogleich die ihnen zusagende Nahrung finden, daß viele auf Baumrinde sich einspinnenden Raupen das Gespinst, in dem sie sich später verpuppen, mit Flechten und Bruchstücken der Baumborke durchsetzen, damit ihre zeitweilige Ruhestätte von den insektenfressenden Vögeln nicht bemerkt wird, und daß die im Innern harter Pflanzenteile lebenden Raupen vor der Verpuppung einen besondern Ausgang für den später auskriechenden weichen und zarten Schmetterling vorbereiten.

Noch ist zu erwähnen, daß die Raupen der **Pronuba yuccasella** nicht alle Samen jenes Fruchtknotens aufzehren, in welchen die Motte ihre Eier gelegt hat. Es finden sich in einem Fruchtknoten ungefähr 200 Samenanlagen. Wenn nun auch die Hälfte, ja selbst zwei Drittel davon verzehrt werden, so bleibt noch immer eine genügende Zahl unversehrter Samen übrig, welche nach vollendeter Reife ausgestreut werden können, während ohne Dazwischenkunft der Motte kein einziger keimfähiger Same entstanden sein würde. Ob, abgesehen von jenen Arten der Gattung **Yucca**, welche Kapselfrüchte haben, auch noch bei den beerentragenden Arten ein Zusammenleben mit Motten vorkommt, ist zwar mit Sicherheit nicht nachgewiesen, aber sehr wahrscheinlich, da an den beerentragenden Arten **Yucca aloëfolia, Treculiana** rc. wenigstens im Heimatlande (Florida, Carolina, Mexiko, Louisiana, Texas) in allen ausgereiften Früchten Löcher und andre Spuren wahrgenommen werden, welche beweisen, daß daselbst Raupen gehaust haben.

Noch merkwürdiger als das Verhältnis zwischen den kapselfrüchtigen Arten der Gattung **Yucca** und der mit ihr zusammenlebenden Motte ist jenes zwischen den Feigenbäumen und gewissen kleinen Wespen aus der Gruppe der Chalcidier. Um in dasselbe einen klaren Einblick zu gewinnen, ist es vor allem notwendig, den Bau des Blütenstandes, wie er den Feigen zukommt, kennen zu lernen. Betrachtet man eine der Länge nach aufgeschnittene Feige, wie sie durch die Fig. 6 auf S. 154 dargestellt ist, so bemerkt man, daß sie nicht eine einfache Fruchtanlage, sondern vielmehr eine ganze Sammlung von Fruchtanlagen, ein aus dem betreffenden Zweige des Feigenbaumes hervorgewachsener kurzer, verdickter und ausgehöhlter Seitensproß ist, welcher in der Aushöhlung eine Menge Blüten, beziehentlich Fruchtanlagen birgt. Solche Seitensprosse, welche, von außen gesehen, die Form einer Keule, einer Birne oder einer Kugel zeigen, sind demnach in Wirklichkeit Becher oder Urnen, von deren Innenwand die Blütenstiele als letzte Ausästungen des Sprosses entspringen. Die Mündung der Urne ist sehr eng, und es wird dieselbe noch dazu durch kleine schuppenförmige Blättchen beschränkt. Die Blüten, welche fast den ganzen Innenraum erfüllen, sind zweierlei Art, Fruchtblüten und Pollenblüten. Beide sind sehr einfach gebaut. Jede Pollenblüte besteht aus 1—2, selten 3—6 Pollenblättern, welche von schuppenförmigen Blättchen gestützt und von einem kurzen Stiele getragen werden (s. S. 154, Fig. 12). Die Pollenblätter haben bei manchen Arten, so namentlich bei **Ficus pumila**, die Gestalt eines Löffels, und in der Aushöhlung dieses löffelförmigen Gebildes sind die Antheren eingebettet (s. S. 154, Fig. 8 und 9). Die Fruchtblüten zeigen einen einfächerigen Fruchtknoten mit einer einzigen Samenanlage. Der Griffel erhebt sich einseitig vom Fruchtknoten und ist durch eine sehr mannigfach gestaltete Narbe abgeschlossen. An der Basis des Fruchtknotens bemerkt man schmale Schuppen in verschiedener Zahl, welche als Perigon aufgefaßt werden (s. S. 154, Fig. 7 und 13). Viele Arten haben in einer und derselben Urne zweierlei Fruchtblüten, solche mit längerm Griffel und entwickelter Narbe und solche mit kürzerm Griffel und verkümmerter Narbe. Die letztern werden aus einem weiterhin zu erörternden Grunde auch Gallenblüten genannt (s. S. 154, Fig. 14). Die Verteilung der Pollenblüten und Fruchtblüten ist bei den verschiedenen Arten sehr verschieden. In den Urnen des in Band I auf S. 713 abgebildeten Gummibaumes (**Ficus elastica**) stehen die Pollenblüten und Fruchtblüten scheinbar regellos durcheinander, in jenen der **Ficus pumila** (s. Abbildung,

S. 154, Fig. 6) beobachtet man im Grunde der Urne nur Fruchtblüten und in der Nähe der Mündung nur Pollenblüten. Diese Verteilung ist wohl die gewöhnlichste, aber es besteht wieder ein weiterer Unterschied in betreff der Zahl der Pollenblüten. In den Urnen mancher Arten ist nämlich die Umgebung der Mündung reichlich, in jenen andrer Arten nur sehr spärlich mit Pollenblüten besetzt, ja es kommt auch vor, daß die Pollenblüten in einer oder der andern Urne ganz fehlen, und daß diese nur Fruchtblüten enthält. Bei vielen Arten entwickeln einige Stöcke nur Urnen mit Fruchtblüten, einige Stöcke nur Urnen, in welchen die Umgebung der Mündung mit Pollenblüten ausgestattet ist, und wo tiefer abwärts nur Fruchtblüten stehen. Das merkwürdigste aber ist, daß in den Urnen mancher Arten unterhalb der Pollenblüten alle oder die meisten Fruchtblüten in Gallenblüten umgewandelt sind. Das ist z. B. an dem in Südeuropa vielfach gepflanzten gewöhnlichen Feigenbaume (Ficus Carica) der Fall, von welchem in der That zweierlei Stöcke vorkommen, solche, deren Urnen nur Fruchtblüten enthalten, und solche, welche in ihren Urnen an der Mündung mit Pollenblüten, weiter abwärts mit Gallenblüten besetzt sind (s. Abbildung, S. 154, Fig. 10 und 11). Die erstern sind unter dem Namen Ficus, die letztern unter dem Namen Caprificus bekannt.

Es drängt sich nun zunächst die Frage auf, welche Bedeutung den sogenannten Gallenblüten zukommt. Wie schon der Name andeutet, gehen aus den in Gallenblüten umgewandelten Fruchtblüten keine Früchte, sondern Gallen hervor, und das geschieht auf folgende Weise. Eine kleine Wespe aus der früher erwähnten Gruppe der Chalcidier (s. S. 154, Fig. 16 und 17), welche auf der in Südeuropa gezogenen Feige lebt, und die von den Zoologen Blastophaga grossorum genannt wird, gelangt durch die Mündung der Urne in den Innenraum, führt dort den Legestachel senkrecht in den Griffelkanal einer Blüte ein und setzt in der Nähe des Kernes der Samenanlage ein Ei ab. Die weiße fußlose Larve, welche sich aus dem Ei entwickelt, nimmt rasch an Umfang zu und füllt alsbald den Fruchtknoten ganz aus, die Samenanlage dagegen geht zu Grunde. Der Fruchtknoten ist jetzt zur Galle geworden (s. S. 154, Fig. 14). Wenn die kleinen Wespen ausgereift sind, verlassen sie die Gallen. Die flügellosen Männchen schlüpfen zuerst aus und zwar durch ein Loch, welches durch Zerbeißen in der sie beherbergenden Galle erzeugt wurde. Die Weibchen bleiben noch einige Zeit in ihrer Galle und werden dort durch die Männchen befruchtet. Nachdem das geschehen ist, schlüpfen auch sie aus (s. S. 154, Fig. 15), halten sich aber nur kurze Zeit in dem Hohlraume der Urne auf, suchen vielmehr sobald wie möglich aus der Urne hinaus ins Freie zu kommen. Sie klimmen daher zu der Urnenmündung empor, wobei sie mit den Pollen der dort entwickelten Pollenblüten in Berührung kommen und sich mit denselben den Kopf, die Brust, den Hinterleib, die Beine und Flügel, kurz den ganzen Körper bestäuben. Nachdem sie sich auch noch zwischen den schuppenförmigen Blättchen an der Mündung der Urne durchgezwängt haben, sind sie endlich an der Außenseite der Urne angelangt, lassen hier ihre Flügel trocknen und laufen nun zu andern Urnen desselben oder benachbarter Feigenstöcke hin. Ich sage ausdrücklich laufen; denn von den Flügeln machen sie bei dieser Ortsveränderung nur selten Gebrauch. Sie suchen nunmehr ausschließlich diejenigen Urnen auf, welche sich in einem jüngern Entwickelungsstadium befinden, um dort ihre Eier in die Fruchtknoten zu legen, laufen der Urnenmündung zu und schlüpfen zwischen den dort befindlichen Schüppchen in den Innenraum. Bei dieser Gelegenheit werden bisweilen die Flügel verletzt, ja es kommt vor, daß die Flügel ganz abbrechen und zwischen den Blättchen an der Urnenmündung stecken bleiben.

Im Innenraume der Urne angelangt, machen sich die Wespen sofort an das Eierlegen, wobei sie unvermeidlich mit den Narben der Fruchtblüten in Berührung kommen. Da die Wespen noch immer mit den beim Verlassen ihrer Geburtsstätte aufgeladenen Pollen

bestäubt sind, so wird dieser an die Narben abgestreift und somit Pollen aus der einen in die andre Urne übertragen. Kommt der Pollen auf normale Fruchtblüten, so können diese keimfähige Samen entwickeln; kommt er auf Gallenblüten, so ist er in der Regel wirkungslos, weil die Narben dieser Gallenblüten mehr oder weniger verkümmert sind. Übrigens entstehen in diesen Gallenblüten auch aus dem Grunde keine Samen, weil an ihrer Stelle die Eier der Wespe gelegt werden. Bei jenen Feigenarten, wo Gallenblüten nicht besonders vorbereitet sind, werden die Eier in einen Teil der normal ausgebildeten Fruchtblüten gelegt. An der gewöhnlichen Feige (Ficus Carica) hat man aber die Beobachtung gemacht, daß die in normale Fruchtblüten von Blastophaga grossorum gelegten Eier nicht zur Entwickelung kommen, oder mit andern Worten, daß eine solche Fruchtblüte auch dann, wenn die genannte Wespe ihren Legestachel in sie einsenkt und ein Ei absetzt, nicht zur Galle wird. Der Griffel ist nämlich bei den normalen Fruchtblüten der Ficus Carica (s. S. 154, Fig. 13) so lang, oder, was auf dasselbe hinauskommt, der Legestachel der Blastophaga grossorum ist so kurz, daß das Ei nicht bis in die Fruchtknotenhöhle hinabgeschoben werden kann, sondern an einem für die weitere Entwickelung ungünstigen Punkte zurückbleibt und dort zu Grunde geht. Die Gallenblüten dieser Feigenart dagegen sind mit ihrem kurzen Griffel (s. S. 154, Fig. 14) zur Aufnahme des Eies an Stelle der Samenknospenanlage vorzüglich geeignet, hinwiederum für die Ausbildung keimfähiger Samen ungeeignet, weil auf ihren verkümmerten Narben der Pollen keine Pollenschläuche treibt. Augenscheinlich findet hier eine Ergänzung der Rollen oder, wenn man es lieber hört, eine Teilung der Arbeit in folgender Weise statt. Sowohl zu den kurzgriffeligen Gallenblüten als auch zu den langgriffeligen normalen Fruchtblüten bringen die zum Ablagern der Eier angelockten Wespen den Pollen herbei, und sie versuchen auch in beiderlei Blüten ihre Eier zu legen. Die Gallenblüten sind eigens für die Aufnahme der Wespeneier vorbereitet, und es entstehen in ihnen wirklich junge Wespen, aber ihre Narben sind zur Aufnahme des Pollens nicht geeignet, es entwickeln sich daher keine Pollenschläuche und demzufolge auch keine keimfähigen Samen. Auf den Narben der langgriffeligen normalen Fruchtblüten dagegen entwickeln sich Pollenschläuche, und es kommt in diesen Blüten zur Ausbildung keimfähiger Samen; der lange Griffel ist aber ein Hindernis für die passende Ablagerung des Wespeneies, und es entstehen daher an diesen Blüten niemals oder doch nur sehr selten Gallen.

Die zahlreichen Abweichungen, welche an andern Feigenarten noch beobachtet wurden, hier ausführlich zu erörtern, würde zu weitläufig werden. Dieselben sind auch lange nicht so genau bekannt, um sie übersichtlich darstellen zu können. Nur so viel sei hier in Kürze bemerkt, daß es ungefährt 600 Arten der Gattung Ficus gibt, welche über die tropischen und subtropischen Gebiete der Alten und Neuen Welt verbreitet sind, und daß man bisher nahezu ein halbes Hundert Arten kleiner Wespen aus den Gattungen Blastophaga, Crossogaster, Sycophaga und Tetrapus nachgewiesen hat, welche an den verschiedenen Feigenarten die Übertragung des Pollens von Urne zu Urne vermitteln. Manche dieser Wespen bewohnen mehrere Feigenarten. So z. B. ist Blastophaga Brasiliensis in den Urnen von sieben verschiedenen Feigenbäumen nachgewiesen worden. Meistens hat jede Feigenart ihre besondere Wespe; äußerst selten wurden in den Urnen einer und derselben Feigenart zwei verschiedene Wespenarten gefunden.

In Unteritalien und auch sonst noch in Südeuropa, wo die Feigenkultur seit uralter Zeit im großen betrieben wird, pflanzt man in den Gärten vorwaltend Stöcke des Ficus, d. h. Stöcke, deren Urnen nur Fruchtblüten enthalten, weil sie die besten und saftigsten Feigen liefern. Die Feigenstöcke, welche in ihren Urnen neben Pollenblüten nur Gallenblüten bergen, also der sogenannte Caprificus, wird nicht gepflegt, weil seine meisten Feigen frühzeitig vertrocknen und abfallen. Nur einzelne Stöcke des Caprificus werden hier und da

gezogen und zwar zu dem Zwecke, um die Urnen desselben an die Zweige des Ficus zu hängen. Man nennt das die Kaprifikation, und es herrscht die Meinung, daß dann, wenn aus den Urnen des Caprificus die Wespen ausschlüpfen und in die Urnen des Ficus einwandern, die Feigen des letztern besser werden. Diese Meinung, obschon bei den Gärtnern und bei dem Landvolke weitverbreitet, ist aber unrichtig. Damit die Feigen des Ficus süß und saftig werden, bedarf es nicht der Wespen. Thatsächlich gehen aus den Urnen des Ficus, in welche keine Wespen gekommen, und in deren Früchtchen auch keine keimfähigen Samen entstanden sind, treffliche Feigen hervor, und ungezählte Mengen der in den Handel kommenden Feigen stammen von Bäumen und aus Gegenden, wo die Kaprifikation nicht geübt wird. Es scheint daher, daß sich der Gebrauch der Kaprifikation durch Überlieferung aus sehr alter Zeit erhalten hat, aus einer Zeit, in welcher es den Gärtnern nicht nur darum zu thun war, gute Früchte, sondern auch keimfähige Samen zur Vermehrung der Feigenstöcke zu erhalten. Heutzutage werden die Feigenstöcke nicht mehr aus Samen, sondern aus Stecklingen gezogen, und es ist daher jetzt die Kaprifikation überflüssig. Dennoch wird der alte Gebrauch, dessen wahre Bedeutung von dem Landvolke nicht mehr gekannt ist, gewohnheitsmäßig und beharrlich fort und fort geübt.

Ausschließlich als Unterstand während der Nacht, als Obdach bei Regenwetter und als zeitweilige Herberge werden die Blüten und Blütenhüllen verhältnismäßig wenig in Anspruch genommen. Die meisten Hummeln, Bienen und Wespen haben ihre eignen Heimstätten mit gesicherten Wohnräumen, in die sie sich beim Eintritte der Dämmerung und bei Sturm und Regen zurückziehen, die Schmetterlinge aber scheuen sich der Mehrzahl nach, das Innere der Blumenglocken und Blumentrichter für längere Zeit als Unterstand aufzusuchen, schon mit Rücksicht auf ihre verhältnismäßig großen Flügel, welche in dem engen Raume Schaden leiden könnten, und wohl auch mit Rücksicht auf den Umstand, daß bei eintretender Gefahr ein rasches Entweichen aus der Höhlung einer Blume kaum möglich wäre. Es bleiben daher nur Käfer, Fliegen und Aderflügler aus den Gattungen Meligethes, Melanostoma, Empis, Andrena, Cilissa und Halictus, durchweg Tiere, welche weder eigne Wohnungen noch überhaupt beständige Nachtquartiere haben, sondern mit dem nächstbesten Unterschlupf zufrieden sind und gewöhnlich dort übernachten, wo sie sich tagsüber aufgehalten haben. Wenn sie an solchen Orten Blüten finden, in deren Höhlung es wie in einer geheizten Stube recht warm ist, und wo noch dazu eine zusagende Nahrung ausgeboten wird, desto besser. Ohne Zweifel sind aus diesen Gründen die honigführenden Blüten der Glockenblumen (Campanula) sowie jene des Fingerhutes, in deren Innern die Temperatur im Vergleiche zur Umgebung während der Nacht immer etwas erhöht ist (vgl. Band I, S. 468), als Herberge in kalten Nächten besonders beliebt. Auch die großen Köpfchen der Crepis grandiflora und mehrerer andrer Korbblütler, deren äußere Zungenblüten am Abend zusammenschließen, werden von Käferchen (Cryptocephalus violaceus, Meligethes aeneus) und dunkeln, kleinen Bienen (Panurgus ursinus) als nächtlicher Unterstand gern aufgesucht, weil im Innern der geschlossenen Köpfchen während der Nacht eine über die Umgebung erhöhte Temperatur herrscht. Sobald die Sonne kommt, verlassen die genannten Tiere ihre Nachtquartiere, und dabei ist es leicht möglich, ja in manchen Fällen unvermeidlich, daß der Pollen abgestreift, mitgenommen und auf andre weiterhin besuchte Blüten übertragen wird.

Bisweilen bleiben die Insekten in solchen behaglich eingerichteten Herbergen nicht nur während der Nacht, sondern auch noch während des Tages, ja mitunter sogar mehrere Tage. Wenn sich die kleinen Käfer aus den Gattungen Anthobium, Dasytes und Meligethes im Grunde der Blüten von Magnolien und Gentianen (Magnolia obovata, Yulan, Gentiana acaulis, ciliata, Pneumonanthe 2c.) eingenistet haben, so verlassen sie dieses warme sichere Heim nicht vor dem dritten Tage.

Dasselbe gilt von den Rosenkäfern (Cetonia), welche mit Vorliebe die Blüten der Magnolia grandiflora aufsuchen. Gewöhnlich drängen sie sich in die jüngsten Blüten ein, welche eben erst aufgegangen sind, und thun sich da an dem süßen Safte gütlich, welcher an und zwischen den Narben zu finden ist. Später verzehren sie auch noch einen Teil des Pollens, welcher aus den Antheren entbunden wird und auf die schüsselförmig ausgehöhlten Blumenblätter herabfällt. Öffnen sich die Magnoliablüten am hellen Mittage, so bleiben die Cetonien unbeirrt sitzen und lassen sich von den Sonnenstrahlen erwärmen, kommt der Abend und schließen sich die obern Blumenblätter zusammen, so haben sie gleichfalls keine Ursache, ihr einmal gewähltes Standquartier zu verlassen; denn im abgeschlossenen Raume erhöht sich in der Nacht die Temperatur um 5—10° über die Temperatur der Umgebung, und zudem sind die Cetonien dort gegen Angriffe von Nachttieren trefflich geschützt. So verbleiben sie denn auch in den Magnoliablüten so lange, bis sie beim Abfallen der Blumenblätter sozusagen an die Luft gesetzt werden. Die Blüten des Mohnes (Papaver somniferum) werden gleichfalls von einigen Käfern und Fliegen alsbald nach dem Aufblühen aufgesucht und nicht früher verlassen, bis sich die Blumenblätter ablösen. Allerdings ist dieser Aufenthalt viel kürzer als in den Magnoliablüten, weil sich die Mohnblume nur einmal über Nacht schließt und schon am andern Tage abfällt.



Arum conocephaloides; die vordere Wand der Blütenscheide entfernt. Zu unterst an den Kolben die Fruchtblüten, darüber die erste Reuse, dann die Pollenblüten, dann eine zweite Reuse. Im Grunde des Kessels zahlreiche Mücken aus der Gattung Ceratopogon, deren Entschlüpfen durch die starren abwärts gerichteten Spitzen der untern Reuse verhindert wird. Vgl. Text, S. 161.

In den bisher besprochenen Fällen wäre es den Insekten ein Leichtes, das von ihnen gewählte Standquartier am hellen Tage und bei Sonnenschein wieder zu verlassen; denn zu dieser Zeit sind die Blüten der Gentianen, der Magnolien und des Mohnes so weit, als überhaupt möglich, geöffnet. Es kommt aber auch vor, daß Insekten, welche, eine Herberge suchend, in den Blütengrund geschlüpft sind, dort eine Zeitlang wie in einem Gefängnisse festgehalten werden. Dieser merkwürdige Fall wird insbesondere bei den Aroideen und Aristolochineen beobachtet. Bei zahlreichen Aroideen (Arum, Dracunculus, Helicodiceros ꝛc.), für welche hier als Vorbild Arum conocephaloides gewählt sein mag (s. nebenstehende Abbildung), hat die Blütenscheide eine tütenförmige Gestalt; nach oben hin ist sie weit geöffnet, unterhalb der Mitte zeigt sie eine auffallende Verengerung oder Einschnürung, und am Grunde ist sie wieder tonnenförmig oder kesselförmig aufgetrieben. In der Tonne oder dem Kessel erhöht sich die Temperatur immer bedeutend über jene der Umgebung, und Temperaturen von 30—36° sind in diesen Räumen keine Seltenheit; in den Blütenscheiden des italienischen Aronsstabes (Arum Italicum) wurde sogar die Temperatur von 44° beobachtet

(s. Band I, S. 468). Alle diese Aroideen haben einen widerlichen Duft, der an Aas, faulenden Harn und dergleichen erinnert, aber gerade dadurch zahlreiche auf Kadavern und andern faulenden Stoffen lebende Tiere herbeilockt. Diese Tiere setzen sich auf das aus der Tüte emporragende Ende des Blütenkolbens und klettern von da abwärts in die kesselförmige Erweiterung, wo sie einen warmen Unterstand und überdies an den dünnwandigen und saftreichen, den Kessel im Innern auskleidenden Zellen auch Nahrung finden. Dort, wo die Blütenscheide verengert ist, gehen ringsum vom Kolben steife Borsten aus, welche eine Art Reuse darstellen. Da die Spitzen der meisten Borsten nach abwärts gekrümmt sind, so gestattet diese Reuse den Insekten, in den warmen Kessel hinabzuklettern, versperrt ihnen aber den Rückweg. Erst nach einigen Tagen, wenn einmal der aus den Antheren hervorgequollene Pollen jene Region des Zapfens bedeckt, welche die Pollenblüten trägt, und wenn es unvermeidlich geworden ist, daß Insekten, welche über den Kolben emporklettern, sich mit den ihnen in den Weg gelegten Pollen behaften, um ihn weiterhin zu andern jüngern Blüten zu bringen, erst dann erschlaffen die Borsten der Reuse, die Einschnürung der Blütenscheide lockert und erweitert sich, und nun können die Gefangenen ihren zeitweiligen Unterstand wieder verlassen. Bei dem auf S. 160 abgebildeten Arum conocephaloides sind zwei Reusen vorhanden, eine untere und eine obere. Die Borsten der obern Reuse erschlaffen später als jene der untern, und wenn die aus dem untern Stockwerke des Kessels dem Ausgange zu wandernden Mücken nach dem Erschlaffen der untern Reuse in das obere Stockwerk kommen, werden sie dort eine Zeitlang durch die noch starre obere Reuse aufgehalten, tummeln sich hier in der Region der Pollenblüten herum und beladen sich unvermeidlich mit Pollen. Erst wenn das geschehen ist, erschlafft auch die obere Reuse, und die Mücken können nun unbehindert entweichen.

Es ist erstaunlich, wie viele und wie vielerlei Insekten in den Aroideenblüten einen Unterstand suchen und finden. Die kleinern Aroideen, so z. B. das in den mitteleuropäischen Laubwäldern verbreitete Arum maculatum, werden vorzüglich von kleinen Mücken, namentlich von Psychoda phallaenoides, aufgesucht, und es ist keine Seltenheit, daß man in einem einzigen Kessel mehrere Hunderte dieser Tiere findet. In dem Kessel der Blütenscheide des im Wiener botanischen Garten gepflanzten Arum conocephaloides hatten sich drei Arten kleiner schwarzer Mücken aus der Gattung Ceratopogon eingefunden und zwar in so großer Menge, daß beim künstlichen Öffnen einer der Blütenscheiden ein ganzer Schwarm ausflog. In einer zweiten Blütenscheide desselben Aronsstabes, welche in Alkohol versenkt und nachträglich geöffnet worden war, fanden sich nahezu tausend solcher Mücken eingesperrt! Im Grunde der Blütenscheide des italienischen Aronsstabes (Arum Italicum) fand man gleichfalls Fliegen und zwar bis zu 16 verschiedene Arten in einem und demselben Kessel, vorzüglich aus den Gattungen Chironomus, Limosina, Sciara und Psychoda. Die Aroidee Dracunculus crinitus wird vorwaltend von größern Fliegen, namentlich Somomyia Caesar und Anthomyia scalaris, aufgesucht. In den Kesseln des im Wiener botanischen Garten zur Blüte gekommenen Dracunculus Creticus hatten sich neben zahlreichen grünen, goldigglänzenden Fliegen aus den Gattungen Anthomyia, Lucilia und Somomyia auch verschiedene Aaskäfer (Aleochara fuscipes, Dermestes undulatus, Saprinus nitidulus 2c.) eingefunden, und in den Blütenscheiden des in Italien vorkommenden Dracunculus vulgaris wurden fast nur Aaskäfer, vorzüglich aus den Gattungen Dermestes und Saprinus, beobachtet. In einer einzigen Blütenscheide der zuletzt genannten Pflanzenart fanden sich einmal mehr als 250 Stück Aaskäfer, welche elf verschiedenen Arten angehörten.

Eine überraschende Ähnlichkeit mit den Blütenscheiden der Aroideen haben die Blumen der Gattung Osterluzei (Aristolochia). Wie bei den Aroideen die Blütenscheide, gliedert sich bei den Aristolochien das Perigon in drei Abteilungen. Zuvörderst der Saum, welcher bei

den europäischen Arten die Gestalt einer Tüte hat, bei den tropischen amerikanischen Arten aber auch viele andre seltsame Formen annimmt, insbesondere an der untenstehend abgebildeten Aristolochia ringens in eine kahnförmige Unterlippe und eine deckelförmige Oberlippe vorgezogen ist, zweitens das röhrenförmige Mittelstück, welches verschiedene Einrichtungen zeigt, die den obdachsuchenden Tieren zwar den Eingang, aber nicht den Ausgang gestatten, und endlich drittens der tonnenförmig, kesselförmig oder blasenförmig erweiterte Blütengrund, in welchem sich die Narbe und die Antheren befinden, und der auch das Ziel



Aristolochia ringens. (Nach Baillon.)

der obdachsuchenden Insekten bildet. Es muß später ohnedies noch ausführlicher besprochen werden, in welcher Weise die in den Kessel einkriechenden Insekten den Pollen aufladen und abladen, und es genügt daher, hier in Kürze zu bemerken, daß die Tiere so lange im Kessel zurückgehalten werden, bis sich dort die Antheren geöffnet haben. Erst wenn das geschehen ist, treten in dem röhrenförmigen Mittelstücke Veränderungen ein, welche es den Gefangenen möglich machen, aus ihrem zeitweiligen Verliese zu entweichen.

Daß übrigens die Blüten, welche den Insekten als Zufluchtsstätte, zumal als geeigneter Platz für die Nachtruhe dienen, nicht notwendig Hohlräume, Tonnen, Kessel, Glocken und dergleichen sein müssen, geht aus folgender Beobachtung hervor. Die im Herbste zu gleicher Zeit entfalteten Blüten des nordamerikanischen rispentragenden Phlox (Phlox paniculata) und der kanadischen Goldrute (Solidago Canadensis) wurden in meinem Garten von

unzähligen Fliegen, namentlich von der großen bienenähnlichen Eristalis arbustorum, besucht, welche sich an dem Pollen, soweit er ihnen eben zugänglich war, gütlich thaten. Tagsüber hielten sie sich ebenso gern auf den Blüten des Phlox als jenen der Goldrute auf. Als nun der Abend heranrückte, zogen sie sich samt und sonders auf die Goldrute zurück. Auf den Blüten des Phlox war nicht eine einzige Fliege mehr zu sehen, während die zu großen Sträußen vereinigten Blütenköpfchen der Goldrute mit Hunderten dieser Tiere besetzt waren. Bei Gelegenheit einer Umschau mit der Laterne in der darauf folgenden windstillen kalten Nacht zeigte sich, daß an den Blüten der Goldrute weniger Tau abgesetzt worden war als an jenen des Phlox, und das führte zur Vermutung, daß sich die Temperatur der Goldrutenblüten in der Nacht über die Temperatur der umgebenden Luft erhöht hatte. Und so war es auch. Das Thermometer, dessen Kugel in die Mitte des reichblütigen Goldrutenstraußes eingeführt wurde, zeigte eine um 2° höhere Temperatur als die Umgebung, und es würde sich wahrscheinlich ein noch größerer Unterschied ergeben haben, wenn nicht die Form und Gruppierung der Köpfchen an den Sträußen der Goldrute für das Zurückhalten der erwärmten, zunächst angrenzenden Luftschicht so außerordentlich ungünstig gewesen wäre. Die Blütenstände des Phlox zeigten keine Erhöhung, sondern eine Erniedrigung der Temperatur um 1,5° im Vergleiche zur umgebenden Luft und waren reichlich mit Tau beschlagen. Die Fliegen hatten sich demnach für die Nachtruhe einen verhältnismäßig warmen Platz ausgewählt, obschon derselbe auf den Namen Obdach eigentlich keinen Anspruch machen konnte. Da in den Blüten der Goldrute über Nacht der Pollen aus den Antherenröhren vorgeschoben wird, so fanden die Fliegen, als sie am nächsten Morgen aus dem Schlafe erwachten, den Tisch wieder neu gedeckt, und es war auch unvermeidlich, daß sie an ihren nächtlichen Ruheplätzen an verschiedenen Stellen des Körpers mit Pollen beklebt wurden.

Anlockung der pollenübertragenden Tiere durch Genußmittel.

Unter den Nahrungsmitteln, welche von den Tieren in den Blüten gesucht werden, hat neben dem Honig der Pollen die größte Bedeutung. Es gibt Pflanzen, in deren Blüten der Honigsaft gänzlich fehlt, und wo den nahrungsuchenden Tieren nur Pollen geboten wird. Als solche sind z. B. der Mohn (Papaver), die Waldrebe (Clematis Vitalba), die Adonis (Adonis), das Leberkraut (Hepatica) und mehrere Windröschen (Anemone alpina, baldensis, silvestris ꝛc.), die zahlreichen Cistrosen und Sonnenröschen (Cistus und Helianthemum) und die Rosen (Rosa) bemerkenswert. Alle stimmen darin miteinander überein, daß ihre Blumen, wenn sie geöffnet sind, aufrecht stehen und eine sternförmige oder schalenförmige Gestalt besitzen, so daß der etwa aus den Antheren herabfallende Pollen nicht verloren geht, sondern auf der konkaven obern Seite der Blumenblätter noch eine Zeitlang abgelagert bleibt, wie das besonders auffallend an den Blüten der mohnartigen Gewächse (Eschscholtzia, Glaucium, Roemeria, Argemone; s. Abbildungen, S. 112, Fig. 1, und S. 164) zu sehen ist. Mit den später zu besprechenden honigführenden Blüten verglichen, erscheinen sie stets sehr einfach gebaut, was sich daraus erklärt, daß bei ihnen besondere Einrichtungen zur Abscheidung und Aufspeicherung sowie zum Schutze des Honigs überflüssig sind.

Mit besonderer Vorliebe werden die Blüten dieser Pflanzen von kleinen Käfern aus den Gattungen Anthobium, Dasytes und Meligethes aufgesucht, und es ist keine Seltenheit, daß in einer einzigen Cistrosen- oder Sonnenröschenblüte ein halbes Dutzend Dasytes gefunden werden, die dort mit Heißhunger Pollen verzehren. Nächst den Käfern kommen

auch zahlreiche Fliegen zu den honiglosen Blüten, um dort Pollen zu fressen, namentlich gewisse Muscideen, Stratiomyideen und Syrphideen, welche die Pollenzellen mit den Endklappen ihrer Mundwerkzeuge erfassen, ihn förmlich zermalmen und partienweise verschlucken. Auch gewisse Aderflügler, wie z. B. die Arten der Gattung Prosopis, weiterhin die Blasenfüße (Thrips) sind Pollenfresser und können, wenn sie in großer Zahl sich einstellen, in kurzer Zeit gewaltig mit dem vorhandenen Pollen aufräumen.

Von den Bienen und Hummeln wird der Pollen bekanntlich in großer Menge gesammelt und als Nahrung für die Larven in den Bau eingetragen. Das Sammeln erfolgt mittels besonderer Haare und Borsten, welche die verschiedenen Teile des Körpers, zumal den Hinterleib und die Schienen und Fersen der Hinterbeine, bekleiden und bald zu einem dichten Pelze, bald zu regelmäßigen Leisten und Säumen oder auch zu förmlichen Bürsten vereinigt sind. Ein Teil der Haare ist weich und biegsam, hat die Gestalt zarter Federchen, und wenn derlei Haargebilde gehäuft nebeneinander stehen, so wirken sie wie ein Flederwisch als wahre Staubfänger. Es bleibt nämlich der Pollen, mit dem sie bestreut, oder über den sie hingestreift und hingeschleift werden, zwischen den Federchen hängen, kann aber nachträglich ebenso leicht wieder aus denselben entfernt werden. Andre Haare sind, wie gesagt, kurz und steif, machen den Eindruck von Wimpern und Borsten, ordnen sich in regelmäßigen Reihen und fügen sich so zusammen, daß kleine Bürsten entstehen. Bei den Hummeln und Bienen finden sich Bürsten an den Fersen beider Hinterbeine, während bei den Arten der Gattung Osmia nur eine einzige Bürste an der untern Seite des Hinterleibes ausgebildet ist. Wenn die genannten Insekten über pollenbedeckte Antheren oder über Blumenblätter, auf welche loser Pollen hinabgefallen ist, mit den Beinen oder mit dem Hinterleibe hinstreifen, so kehren sie den Pollen mit den kleinen Bürsten ab, und es erscheinen danach die Räume zwischen den kurzen Börstchen der Bürste mit Pollen ganz vollgepfropft. Auch können die Bienen und Hummeln mit Hilfe der an den Fersen der Hinterbeine angebrachten Bürsten den Pollen, der sich in den weichen Haaren ihres eignen Pelzes verfangen hat, abkämmen und abfegen, und es werden so diese Bürsten zu trefflichen Sammelapparaten des Pollens. Bei diesen Insekten finden sich überdies noch eigentümliche Vorrichtungen, die man mit Körbchen verglichen hat, an den Beinen ausgebildet; es sind glatte, scharf umgrenzte Stellen, welche von steifen, stäbchenförmigen Borsten förmlich eingezäunt sind, und in welche der zu Klumpen und Knäueln vereinigte Pollen eingepfercht, aufgespeichert und nach Hause getragen wird. Viele der in Rede stehenden Aderflügler befeuchten den Pollen, welchen sie einsammeln wollen, zumal dann, wenn er mehlig oder staubförmig ist, mit Honigsaft, um ihn dann in die Körbchen einkneten zu können. Wenn z. B. die Bienen den lockern, aus den Rissen der Antheren hervorgedrängten Pollen des Wegerichs (Plantago) gewinnen wollen, so speien sie auf denselben zuerst aus der vorgestreckten Saugröhre Honig, wodurch die lockere Masse gewissermaßen gebunden und zum Einsammeln geeignet wird. Auch kommt es häufig vor, daß der einzusammelnde lockere Blütenstaub mit Säften aus dem angestochenen, prallen, saftstrotzenden Gewebe der benachbarten Blumenblätter versetzt wird. Ist der Pollen klebrig, so sind derlei Zurichtungen überflüssig. Es genügt dann die leiseste Berührung und das flüchtigste Anstreifen, damit der Pollen an dem



Honiglose, pollenreiche Blüte der Argemone Mexicana. Vgl. Text, S. 163.

Insektenleibe haften bleibt. Sogar ganz glatte, haarlose Stellen der Brust, des Hinterleibes und der Beine können mit solchem Pollen beklebt werden.

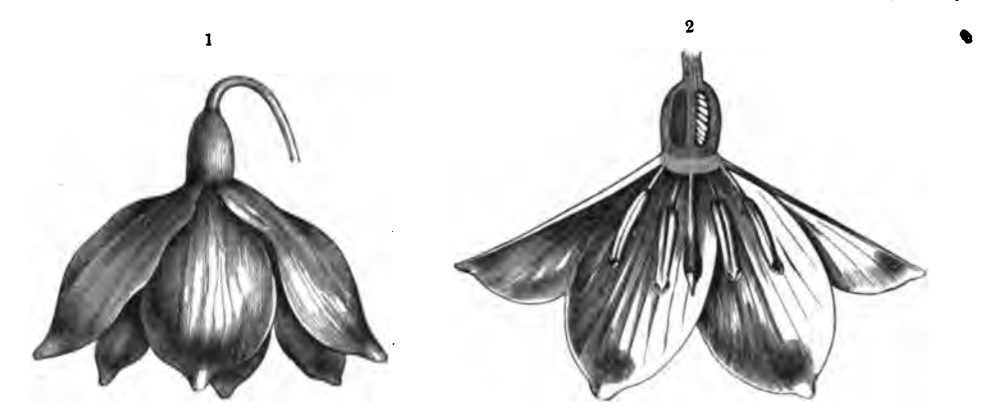
Da der Insektenbesuch für die Blumen nur dann einen Vorteil bringt, wenn dieser Besuch auch eine Übertragung des Pollens von Blüte zu Blüte im Gefolge hat, so muß selbstverständlich die zu weit gehende Vertilgung des Pollens hintangehalten sein. Ein großer Teil des Pollens kann immerhin aus einer Blüte aufgefressen oder als Nahrung für die Larven in die Baue geschleppt werden, aber etwas soll immer an dem Leibe der Besucher hängen bleiben, damit die Narben andrer Blüten mit Pollen versehen werden können. Thatsächlich ist das auch der Fall und wird vorzüglich durch einen Überfluß von Pollen erreicht. Alle jene Blüten, welche keinen Honig enthalten und den Insekten nur Pollen als Nahrung anbieten, wie z. B. jene der Cistrosen und Rosen, des Mohnes und der Waldreben, zeichnen sich durch eine große Menge von Pollenblättern aus, und diese erzeugen so viel Pollen, daß trotz weitgehender Angriffe von seiten der Insekten immer noch der Bedarf zur Belegung der Narben gedeckt ist. Die pollenfressenden Käfer, welche solche Blüten besucht haben, sind stets mit Pollen ganz eingepudert, können sich des an Brust, Hinterleib, Flügeldecken und Beinen haftenden Blütenstaubes bei dem Verlassen der Blüten nicht sofort entledigen und verschleppen diesen daher regelmäßig in andre Blüten. Auch die Bienen und Hummeln, welche in solche Blüten einfliegen, um Pollen zu sammeln, kommen wie mit Mehl bestäubt zurück, und wenn sie auch nachmals mit ihren Fersenbürsten fleißig über den Pelz fahren, um den Pollen abzukehren, so bleibt doch immer noch so viel übrig, als notwendig ist, damit auch die Narben ihren Teil bekommen, wenn nachträglich die genannten Tiere von der einen zur andern Blüte hinüberfliegen.

In den Blüten, welche Honig in ihren Tiefen bergen, ist mit dem Pollen sehr gespart, und es ist auch Vorsorge getroffen, daß derselbe nicht vergeudet und unnützerweise verzettelt wird. Die Tiere, welche sich bei pollenarmen Blüten einfinden, sind ohnedies vorwaltend Honigsauger und gehen nicht darauf aus, Pollen zu fressen oder ihn zu sammeln und für ihre Brut in den Bau zu tragen. Sie werden vielmehr mit dem Pollen bestreut, bestrichen und beklebt, ohne daß sie es wollen, und bisweilen scheint es, daß ihnen diese Belastung nicht gerade sehr angenehm ist. Ebensowenig kann sie ihnen aber widerwärtig sein, denn man sieht Tiere, welche soeben von einer den Pollen ausstreuenden Blüte wie erschreckt davongeflogen sind, im nächsten Augenblicke doch wieder zu einer zweiten Blüte derselben Pflanzenart herankommen und sich der gleichen Behandlung aussetzen. Es wäre auch seltsam, wenn an den Blüten einerseits Einrichtungen getroffen wären, welche Insekten anlocken, damit sie den Pollen von Stock zu Stock übertragen, und wenn dieselben Blüten zugleich auch darauf eingerichtet wären, die eingeladenen und angelockten Gäste zu verscheuchen und sie von weitern Besuchen abzuschrecken. Ein solcher Widersinn kommt im Reiche der Blüten niemals vor, vielmehr zeigen alle Einrichtungen, welche mit der Übertragung des Pollens zusammenhängen, eine Harmonie, welche jeden, der sich mit den einschlägigen Beobachtungen eingehender beschäftigt, mit Staunen erfüllt und zur Bewunderung hinreißt.

Dem Pollen in der äußern Erscheinung sehr ähnlich, in der Entwickelung aber gänzlich verschieden sind die staub- und mehlartigen Belege, welche die Blüten einiger Orchideen, zumal der Gattungen Eleanthus und Polystachya, auszeichnen. Dieselben bestehen aus einem Haufwerke loser rundlicher Zellen und gehen durch Zerfall aus perlenschnurförmigen Reihen hervor, welche sich von der Oberhaut der jugendlichen Blumenblätter erheben. Meistens ist es nur jenes unpaarige Blatt der Orchideenblüte, welches unter dem Namen Lippchen bekannt ist, an dem die Belege entstehen, und dieses präsentiert sich dann

wie ein mit Mehl gefülltes kleines Becken. Die losen Zellen, welche den Eindruck von Mehl oder Staub machen, enthalten Stärke, Zucker, Fett und eiweißartige Verbindungen, bilden daher eine vortreffliche Nahrung und dienen ganz ähnlich wie die Pollenzellen als Anlockungs- und Genußmittel für Insekten.

Im ganzen genommen sind diese staub- und mehlartigen Belege auf den Blumenblättern selten. Desto häufiger kommt es vor, daß Zellenreihen und Zellengewebe, welche von der Oberhaut bestimmter Blütenteile ausgehen und dem unbewaffneten Auge als Papillen, Haare, Schwielen und Warzen erscheinen, den blütenbesuchenden Insekten als Nahrung angeboten werden und insofern auch als Lockmittel zu gelten haben. In den Blüten des Portulaks (Portulaca oleracea) erscheint ein den kugeligen Fruchtknoten überdeckender ringförmiger Wulst ausgebildet, an dessen innerm Rande die Pollenblätter, an dessen Umfang die Blumenblätter entspringen. Zwischen diesen beiden Blattkreisen sieht man den fleischigen Wulst ganz dicht mit glashellen Papillen besetzt, welche



Blüte der Frühlingsknotenblume (Leucojum vernum): 1. Von der Seite gesehen. — 2. Der vordere Teil der Blüte weggeschnitten, der zurückgebliebene Teil des Perigons in eine Ebene ausgebreitet. Rings um den Griffel ein kissenförmiges saftreiches Gewebe, welches keinen Honig abscheidet. Beide Figuren etwas vergrößert.

zwar keinen Saft ausscheiden, aber von den die Blüten besuchenden kleinen Insekten ausgesogen und bisweilen auch förmlich abgeweidet werden. Dasselbe gilt von den zarten Haaren, mit welchen die Träger der Antheren des Gauchheils, der Königskerze und Tradescantie (Anagallis, Verbascum, Tradescantia) besetzt sind, und welche sich unter dem Mikroskop als saftreiche vereinzelte oder reihenweise gruppierte Zellen ausweisen, ebenso von den Haaren, welche den Grund des ausgehöhlten Perigonblattes in der Blüte des Frauenschuhes (Cypripedium) bekleiden. Bei mehreren Arten der Gattung Lysimachia (Lysimachia thyrsiflora, ciliata ꝛc.) ist der Fruchtknoten mit kleinen Wärzchen besetzt, deren saftreiche Zellen von den Tieren ausgesogen oder verzehrt werden, und in den Blüten der Frühlingsknotenblume (Leucojum vernum; s. obenstehende Abbildung) findet sich ein kissenförmiger, den Griffel umwallender Zellgewebskörper, dessen Bedeutung mit jener der eben erwähnten kleinen Warzen übereinstimmt. Auch zahlreiche Orchideen, namentlich aus den Gattungen Odontoglossum, Oncidium und Stanhopea, tragen an ihrem Perigon fleischige Schwielen, Zapfen und Kämme, welche in demselben Sinne gedeutet werden.

Häufig kommt es auch vor, daß begrenzte Teile der flachen Blumenblätter aus einem Zellgewebe bestehen, welches von den Mundwerkzeugen der Insekten leicht durchbohrt und ausgesogen werden kann. Diese Teile unterscheiden sich gewöhnlich durch lebhaftern Glanz von der Umgebung, und man möchte glauben, daß dort eine dünne Schicht von Flüssigkeit ausgebreitet sei, obschon es in Wirklichkeit nicht der Fall ist. Besonders auffallend sind in

dieser Hinsicht die Blüten des Centunculus minimus, einer winzigen Primulacee, deren beckenförmige Blumenkrone am Grunde mit schwach gewölbten großen saftreichen Oberhautzellen tapeziert ist, die von der Sonne beschienen wie Silber glänzen. Ähnlich verhalten sich auch die Blumenblätter der Blutwurz (Sanguinaria), des Hartheus (Hypericum), des Goldregens (Cytisus Laburnum), des Besenstrauches (Spartium) und noch vieler andrer Pflanzen. Daß auch die Blumenblätter der Hyazinthen und mehrerer Windröschen, die Blüten des Tausendgüldenkrautes (Erythraea) sowie die hohlen, honiglosen Sporne unsrer Wiesenorchideen (Orchis mascula, militaris, Morio ꝛc.) von den Insekten angestochen und ausgesogen werden, ist gleichfalls durch wiederholte Beobachtungen nachgewiesen, und es ist hier am Platze, hervorzuheben, daß zum Anbohren saftreicher Zellgewebe nicht nur Fliegen, Bienen und Hummeln, sondern selbst Schmetterlinge befähigt sind. Die letztern haben an den Enden der Kieferladen, welche ihren Rüssel zusammensetzen, spitzzackige Anhängsel, mit welchen sie das saftreiche Gewebe zuerst aufritzen und dann des Saftes berauben.

Eine seltsame Anlockung jener Insekten, welche saftreiche Gewebe anzustechen und auszusaugen gewohnt sind, wurde an den im Altai, Kaukasus und Taurus heimischen Arten der Gattung Eremurus (E. altaicus, caucasicus, tauricus) beobachtet. Diese zu den Liliaceen gehörigen Gewächse tragen auf hohem Schafte eine während des Blühens sich mächtig verlängernde Blütentraube. Wenn sich die Blütenknospen öffnen, sind die Blumenblätter flach ausgebreitet und umgeben als ein sechsstrahliger Stern die noch geschlossenen Antheren. Das dauert aber nur kurze Zeit. Sobald die Antheren aufspringen und ihren haftenden orangefarbigen Pollen ausbieten, rollen sich die Blumenblätter ein, werden welk und bilden einen kleinen, schmutzig rotbraunen Knäuel, von dem sich sechs grünliche dicke Schwielen abheben. Diese Schwielen, welche nichts andres sind als die saftreichen Kiele an der Rückseite der Blumenblätter, machen den Eindruck von grünen Blattläusen. Die Schwebefliege Syrphus pirastri, welche bekanntlich Blattläuse aufsucht, sie ansticht und aussaugt, scheint diese Schwielen auch für Blattläuse zu halten; wenigstens stößt sie auf die eingerollten Blumen des Eremurus gerade so los wie auf Blattläuse, und, was das merkwürdigste an der Sache ist, sie beladet sich bei diesem Vorgehen mit den Pollen der vor den Blüten stehenden Antheren und überträgt ihn auf die Narben andrer Blüten.

Es wird später noch wiederholt von Pflanzen die Rede sein, deren Blüten nur einen Tag, nur eine Nacht, ja selbst nur einige Stunden hindurch geöffnet sind. Die Blumenblätter dieser Gewächse haben die Eigentümlichkeit, daß sie bei dem Verwelken rasch verfallen, verfärben, zerknittern, sich einrollen und matsch werden. Der Zellsaft tritt dann aus dem Gewebe hervor und bedeckt die Oberfläche mit einer dünnen Flüssigkeitsschicht. D e r l e i m a t s c h e B l u m e n b l ä t t e r s i n d g l e i c h f a l l s v o n I n s e k t e n, z u m a l v o n F l i e g e n, a u f g e s u c h t, w e l c h e d e n S a f t l e c k e n u n d s a u g e n u n d b e i d i e s e r G e l e g e n h e i t d i e N a r b e m i t d e m v o n a n d e r n B l ü t e n m i t g e b r a c h t e n P o l l e n b e l e g e n. So verhält es sich z. B. bei Calandrinia, Tradescantia und Villarsia. Im ganzen genommen ist dieser Vorgang aber selten und zwar aus dem einfachen Grunde, weil die Zahl der Pflanzen mit so kurzlebigen Blüten eine sehr beschränkte ist.

Dagegen ist die Ausscheidung von Säften an die Oberfläche frischer Gewebe in den mehrere Tage hindurch offen bleibenden Blüten eine weitverbreitete Erscheinung, und es dürfte nicht viel gefehlt sein, wenn man annimmt, daß diese Ausscheidung an 90 Prozent der von Insekten und Kolibris besuchten Blüten vorkommt. Der ausgeschiedene Saft enthält mehr oder weniger Zucker und schmeckt süß. Neben dem Zucker sind aber auch verschiedene andre Stoffe in gelöstem Zustande enthalten. Je nach dem wechselnden Gehalte an diesen Stoffen wechselt auch die Konsistenz, die Farbe und der Duft des Saftes vielfach ab. Bald ist derselbe wässerig und farblos, bald dickflüssig und braun wie Sirup. Der

dunkle Saft, wie er in den Blüten von Melianthus vorkommt, hat einen unangenehmen, ja geradezu widerlichen Duft; in den meisten Fällen stimmt aber der Duft mit jenem des Bienenhonigs überein. Es ist auch der Hauptsache nach der in Rede stehende süße Saft nichts andres als Honig, und dieser Name wird ihm daher jetzt von den meisten Botanikern auch beigelegt. Von den Botanikern früherer Zeit wurde er Nektar genannt, und die ihn zubereitenden und aufspeichernden Teile der Blüte, wenn sie deutlich umgrenzt sind, hat man als Nektarien angesprochen.

Die Ausscheidung des Honigs erfolgt in den meisten Fällen durch Spaltöffnungen, und diese sind entweder gleichmäßig über die Oberfläche des betreffenden Gewebes verteilt oder auf bestimmte Stellen zusammengedrängt. Gewöhnlich sind die Spaltöffnungen groß und von jener Form, welche man Wasserspalten genannt hat. Bei den Weiden (Salix) trägt das zapfenförmige oder tafelförmige Nektarium an seinem abgestutzten Ende nur eine einzige große Wasserspalte, aus welcher farbloser Honig hervorquillt. Es gibt auch Nektarien, welche der Spaltöffnungen ganz entbehren, und wo der süße Saft auf diosmotischem Wege durch die äußere Wand der Oberhautzellen zu Tage tritt. Bisweilen scheint eine innere Schicht dieser Zellwand zu verschleimen, sich in Gummi und weiterhin in Zucker umzusetzen und dann aus den Rissen der blasenförmig emporgehobenen und berstenden Cuticula hervorzuquellen.

Die Menge des zu Tage tretenden Honigs ist sehr verschieden. Bei manchen Pflanzen sind die aus zerstreuten Spaltöffnungen der Blumenblätter hervorkommenden Tröpfchen so klein, daß man sie mit freiem Auge kaum zu erkennen vermag, bei andern bildet der Honig einen äußerst dünnen Überzug, so daß man glauben könnte, es sei das betreffende Gewebe mit einem feuchten Pinsel bestrichen worden. In den meisten Fällen fließen die kleinen Tröpfchen zu größern Tropfen zusammen und erfüllen dann die zu ihrer Aufnahme bereiten Rinnen, Röhren, Gruben und Becher. Mitunter füllen sich diese Behälter bis zum Übermaße, und es träufelt dann bei dem gerinsten Anstoße der süße Saft in Tropfenform aus den Blüten herab. So verhält es sich z. B. bei dem im Kaplande vorkommenden Melianthus major, aus dessen mit einem kapuzenförmigen großen Honigbehälter ausgestatteten Blüten bei dem Schütteln des Blütenstandes ein förmlicher Honigregen niedergeht. Von einer tropischen Orchidee, Namens Coryanthes, wird aus zwei kleinen hornförmigen Fortsätzen der Blüte so viel flüssiger Honig abgeschieden, daß er längere Zeit von den Spitzen der Hörner herabtropft. Das untere Ende des sogenannten Lippchens ist ausgehöhlt, und allmählich wird diese Aushöhlung von dem herabträufelnden Honig ganz ausgefüllt. Die Menge süßer Flüssigkeit, welche sich hier ansammelt, beträgt ungefähr 30 g.

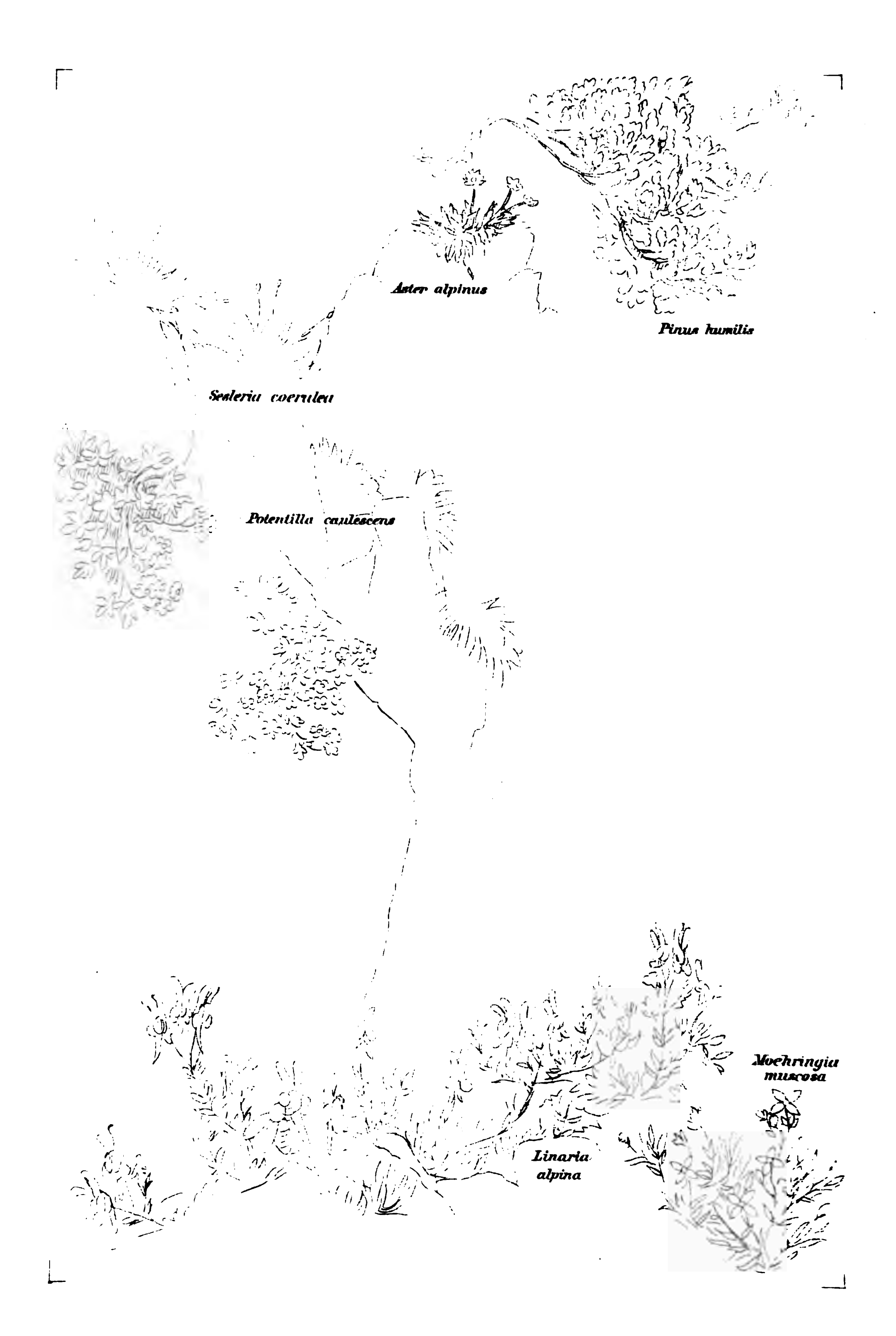
In den meisten Fällen erhält sich der für die Anlockung der Insekten wichtigste Bestandteil des Honigs, das ist der Zucker, in gelöstem Zustande, was einerseits von seinen chemischen Verhältnissen, anderseits auch davon abhängt, daß die süße Flüssigkeit in den versteckten Gruben und Röhren der Blüten der Verdunstung weniger ausgesetzt ist. Nur bei einigen Orchideen aus der Gattung Aërides bilden sich aus dem süßen Safte in den Blüten Zuckerkristalle von ansehnlicher Größe. Daß sich außerhalb der Blüten die aus den Hüllschuppen gewisser Korbblütler hervorquellende Zuckerlösung in krümelige kristallinische Klümpchen umwandelt, gehört streng genommen nicht hierher, mag aber doch eine kurze Erwähnung finden. Es wird auf diese Form des Zuckers als vielumworbene Nahrung der Ameisen in einem spätern Kapitel die Rede kommen.

Gewöhnlich verbleibt der Honig unmittelbar an jener Stelle, wo er gebildet und ausgeschieden wurde; es gibt aber auch Blüten, wo das nicht der Fall ist, wo der süße Saft von der Ursprungsstelle abfließt und in besondern Behältern, die man Safthalter genannt hat, aufgespeichert wird. So verhält es sich z. B. in den Blüten von Coryanthes,



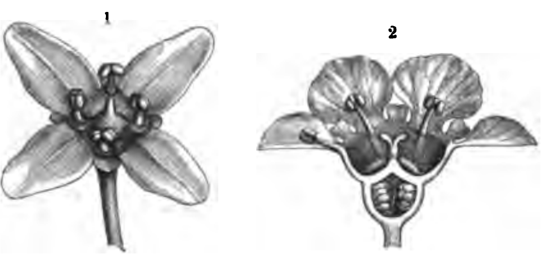
ALPEN-LEINKRAUT (*Linaria alpina*) IM KALKGERÖLLE.

(Nach der Natur von E. Heyn.)


Aster alpinus
Pinus humilis
Sesleria coerulea
Potentilla caulescens
Moehringia muscosa
Linaria alpina

Melianthus, Viola und Linaria. Daß bei Coryanthes ein förmliches Sammelbecken vorhanden ist, welches allen von den honigabsondernden hornförmigen Gewebekörpern herabträufelnden Honig aufnimmt, wurde bereits erwähnt. Bei Melianthus sind zwei schmale Kronenblätter vorhanden, von welchen der Honig in das kapuzenartige Kelchblatt fließt. Bei Viola erscheint jedes der zwei untern Pollenblätter mit einem langen, vom Konnektiv ausgehenden Fortsatze geschmückt, und diese Fortsätze scheiden Honig ab, welcher in die sie umhüllende Aussackung des untern unpaarigen Blumenblattes herabsickert. Bei dem Leinkraute, von welchem eine Art, nämlich das in mehrfacher Hinsicht interessante „Alpenleinkraut (Linaria alpina) im Kalkgerölle", auf der beigehefteten Tafel abgebildet ist, wird der Honig von einem Wulste an der Basis des Fruchtknotens abgesondert, fließt aber von dort durch eine schmale Spalte zwischen den beiden längern Staubfäden hindurch in den nach rückwärts sich von der Blumenkrone absenkenden hohlen Sporn.

Nicht nur alle Stufen des Blütenbodens, sondern auch sämtliche aufeinander folgende Hochblätter können Honig ausscheiden. In manchen Blüten erscheinen nur einzelne Glieder, in andern ganze Blattkreise in Nektarien umgewandelt. Häufig beobachtet man auch Gewebekörper, welche bei der unvollkommenen Kenntnis ihrer Entwickelungsgeschichte vom Standpunkte der spekulativen Gestaltslehre schwierig zu deuten sind, und von welchen man nicht anzugeben vermag, ob sie unmittelbar von dem Blütenboden oder von einem Blatte ausgehen. Mit Rücksicht auf diese Schwierigkeit ist es auch nicht leicht, die Nektarien in einer allen Anforderungen entsprechenden Weise zusammenzustellen und vorzuführen. Wenn dennoch im nachfolgenden eine bestimmte Reihenfolge eingehalten wird, so geschieht das nur mit Rücksicht auf das Bedürfnis nach Übersichtlichkeit und nicht in der Überzeugung, daß die unmittelbar nebeneinander gestellten Gebilde auch zweifellos einem und demselben morphologischen Gliede angehören.

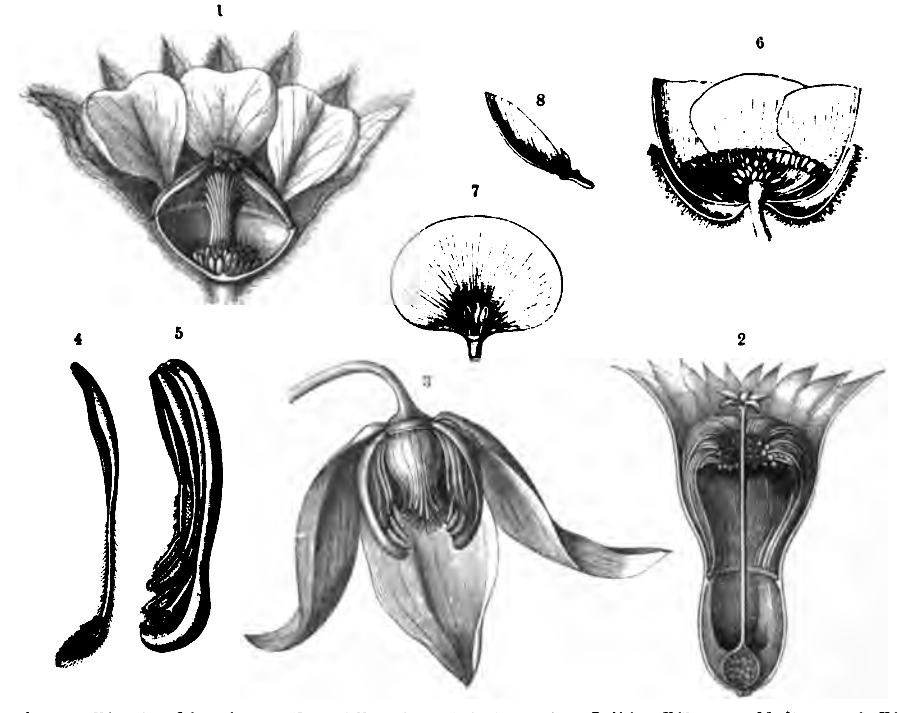


Honigabscheidende Gewebe in den Blüten: 1. Blüte des Spindelbaumes (Evonymus europaeus). — 2. Blüte des Johannisbeerstrauches (Ribes rubrum), der Länge nach durchschnitten. — Fig. 1: 4fach; Fig. 2: 5fach vergrößert.

In den Blüten der meisten Doldenpflanzen, der Hartriegelgewächse, des Epheus, des Milzkrautes, zahlreicher Arten der Gattung Steinbrech und Spindelbaum (z. B. Evonymus europaeus; s. obenstehende Abbildung, Fig. 1), ist ein dem Fruchtknoten auflagerndes Gewebepolster ausgebildet; die Staubfäden und Blumenblätter stehen um dieses Polster im Kreise herum, ohne dasselbe aber zu verdecken, und man sieht in der offenen Blüte inmitten der Blumenblätter den Honig wie einen dünnen Firnisüberzug im Sonnenscheine glänzen. Die Mitte der flach beckenförmigen Blüten des Sumachs (Rhus), des Kreuzdornes (Rhamnus) und des Johannisbeerstrauches (Ribes; s. obenstehende Abbildung, Fig. 2) ist mit einer fleischigen Scheibe ausgekleidet, welche entlang der ganzen Oberfläche flüssigen Honig absondert. Der Buchsbaum (Buxus) zeigt in der Mitte der Blüten, und zwar sowohl der Pollenblüten als der Fruchtblüten, drei zusammenschließende Wülste, deren jeder einen Tropfen Honig aufgelagert hat. Bei dem Frauenmantel (Alchimilla), der Sibbaldie (Sibbaldia) und dem Knäuel (Scleranthus) ist die Blüte in zwei Stockwerke geteilt, ein unteres becherförmiges, in welchem der Fruchtknoten steckt, und ein oberes beckenförmiges, das aus den Blumenblättern gebildet wird. An der Grenze beider Stockwerke ist eine in der Mitte durchlöcherte Scheibe oder, besser gesagt, ein leistenförmig vorspringender Ring eingeschaltet, welchen man mit der Blendung in der Röhre eines Mikroskops vergleichen könnte, und diese

Ringleiste glänzt an der obern Seite von dem dort als äußerst dünne Schicht ausgebreiteten Honig. Ganz seltsam nehmen sich auch die honigausscheidenden Gewebe bei der Wolfsmilch (**Euphorbia**) aus. Die dicht zusammengedrängten Blüten sind von einer Hülle umgeben, welche die Gestalt eines Bechers hat, und deren Rand mit halbmondförmigen quer-ovalen oder rundlichen Gewebekörpern besetzt ist. Alle diese Gewebekörper glänzen an der obern Seite von dem dünnen Überzuge aus Nektar, ähnlich so wie das Gewebepolster, welches dem Fruchtknoten der Doldenpflanzen und des Spindelbaumes aufgelagert ist.

In den Blüten des Schlehdornes, der Mandel- und Pfirsichbäume, der Himbeeren und Erdbeeren, einiger Fingerkräuter und zahlreicher andrer Rosifloreen ist im Umkreise des



Nektarien: 1. Blüte des Fingerkrautes (Potentilla micrantha); der vordere Teil der Blüte weggeschnitten. -- 2. Blüte der Mamillaria glochidiata; der vordere Teil der Blüte weggeschnitten. — 3. Blüte der Alpenrebe (Atragene alpina); der vordere Teil der Blüte weggeschnitten. — 4. Ein Pollenblatt der Alpenrebe mit rinnenförmig ausgehöhltem Antherenträger. — 5. Vier sich deckende rinnenförmig ausgehöhlte Pollenblätter, zusammengehalten von einem löffelförmigen Blumenblatte; von derselben Pflanze. — 6. Blüte des Gletscherhahnenfußes (Ranunculus glacialis); der vordere Teil der Blüte weggeschnitten. — 7. Ein einzelnes Kronenblatt des Gletscherhahnenfußes, von oben gesehen. — 8. Dasselbe Blatt der Länge nach durchschnitten, von der Seite gesehen. — Fig. 3, 6, 7, 8 in natürlicher Größe; die übrigen Figuren etwas vergrößert. Vgl. Text, S. 172 und 174.

Fruchtknotens oder des Fruchtknotenköpfchens ein fleischiges Gewebe ausgebildet, welches, vom Blütenboden ausgehend, gleich einer Tapete dem Grunde des Kelches aufliegt (s. obenstehende Abbildung, Fig. 1). Dieses Gewebe sondert Honig ab, der aber von außen nicht sichtbar ist, weil ihn die im Kreise herumstehenden, meist sehr zahlreichen Pollenblätter überdachen. Auch in den Blüten der Kakteen ist der unterste becherförmige oder röhrenförmige Teil der Blüte inwendig mit einer honigabsondernden Gewebeschicht ausgekleidet (s. obenstehende Abbildung, Fig. 2).

Bei den Daphnoideen, Skrofularineen, Gesneriaceen, Asperifolieen und Labiaten bildet das honigabsondernde Gewebe einen die Basis des Fruchtknotens ringförmig umschließenden Wall, während bei den verwandten Rhinanthaceen, zumal den Gattungen **Bartsia**, **Clandestina**, **Lathraea**, **Pedicularis**, nur ein einseitig der Basis der Fruchtknotens angeschmiegter

Wulst und bei Rhinanthus und Melamyrum an derselben Stelle ein fleischiger, honig-absondernder Lappen zu sehen ist. Auch bei den Schotengewächsen ist das Gewebe im Umkreise des Fruchtknotenstieles verdickt und gewulstet, und es erheben sich von demselben an bestimmten Stellen Warzen und Zapfen, welche den Honig ausscheiden. Bei den Levkojen (Matthiola annua und incana), bei Alyssum, Schiverekia und Thlaspi sieht man solche Warzen rechts und links von den zwei kurzen Pollenblättern, und bei Alliaria und Draba erhebt sich je eine Warze an der äußern, den Blumenblättern zugewendeten Seite der längern Staubfädenpaare. Ob diese Gebilde als Teile des Stammes oder als metamorphosierte Blätter aufzufassen sind, mag dahingestellt bleiben. In manchen Fällen, wie z. B. bei Haberlea, Paederota und Polemonium, wo der ringförmige Wulst in fünf, und bei Scrophularia, wo er in zwei symmetrisch gestellte Lappen gegliedert ist, möchte man das letztere glauben. In den Blüten der Windlinge (Konvolvulaceen) ist die Basis des Fruchtknotens von fünf dicklichen honigabsondernden gleichgroßen Schuppen umgeben, die zusammen einen kleinen Becher bilden, so daß man an ein im Eibecher steckendes Ei erinnert wird, und bei den Krassulaceen erhebt sich von dem ringförmigen Walle des Blütenbodens vor jedem Fruchtblatte ein Knötchen oder eine fleischige Schuppe, welche bald spatelförmig (Sedum annuum), bald lineal und am freien Ende zerschlitzt (Sedum atratum), überhaupt sehr mannigfaltig gestaltet ist. In diesen letztern Fällen sind die honigabsondernden Gebilde wohl zweifellos als metamorphosierte Blätter anzusehen.

Verhältnismäßig selten sind die Fälle, wo die Honigbildung von den Fruchtblättern ausgeht, wie z. B. in den Blüten mehrerer Primulaceen (Androsace, Aretia), wo die flach gewölbte Decke des Fruchtknotens winzige Nektartröpfchen ausscheidet, und in jenen vieler Gentianen (Gentiana acaulis, asclepiadea, Bavarica, Pneumonanthe, prostrata, punctata ꝛc.), wo die zwiebelförmig verdickte Basis des Fruchtknotens fünf Wülste zeigt, welche reichlichen Honig für den Grund des Blumentrichters liefern. In den Blüten einiger Liliaceen und Melanthaceen (z. B. Albuca, Ornithogalum, Tofjeldia) wird der Honig in den seitlichen Furchen des Fruchtknotens abgesondert, und in jenen der Zaunlilie (Anthericum) sowie des Zwerglauches (Allium Chamaemoly) sieht man an jeder der drei Verbindungslinien der Fruchtblätter ein kleines Grübchen, aus welchem ein Honigtropfen hervorquillt.

Viel häufiger findet man die Nektarien an den Pollenblättern. Sie sind da in allen Größen und Formen ausgebildet. Mitunter kommt es auch vor, daß ganze Pollenblätter in Nektarien umgewandelt sind, was natürlich nur auf Kosten der Antherenbildung erfolgen konnte. Die Pollenblätter der Heidelbeeren und Moosbeeren (Vaccinium Myrtillus und uliginosum), ebenso jene der Tulpen (Tulipa) haben an der verdickten breiten Basis der Antherenträger, und zwar an der äußern, gegen die Blumenblätter gewendeten Seite, ein kleines, honigabsonderndes Grübchen. Bei der weitverbreiteten Herbstzeitlose (Colchicum autumnale) ist an den Pollenblättern knapp über jener Stelle, wo sie mit den violetten Blättern des Perigons verwachsen sind, ein orangefarbiger honigabsondernder Gewebekörper, und der dort erzeugte Honig erfüllt eine Rinne, welche das sich anschmiegende Perigonblatt durchzieht. Ebenso verhält es sich bei den andern Zeitlosen und auch bei den Arten der Gattung Trillium. Bei den Storchschnabelgewächsen, insbesondere bei Erodium und Geranium, erhebt sich an der den Kelchblättern zugewendeten Seite von der Basis eines jeden der äußern fünf Antherenträger ein warzenförmiges, bisweilen etwas ausgehöhltes Nektarium. Einen fast unerschöpflichen Reichtum an Formen zeigen auch die Nektarien an der Basis der fadenförmigen Antherenträger bei den Mieren und Nelkengewächsen. Bald sind sämtliche Staubfäden einer Blüte an ihrer Wurzel etwas verdickt und sondern aus einem gelblichen, dem Fruchtknoten zugewendeten Gewebe Honig ab (wie z. B. bei Telephium Imperati), oder es ist an der Basis jedes Staubfadens ein Paar honigabsondernder Warzen

zu sehen (wie z. B. bei Alsine mucronata und verna), bald wieder sind es nur die vor den Kelchblättern stehenden Pollenblätter, deren Fäden an der Basis schwielenförmig verdickt sind und an der dem Fruchtknoten zugewendeten grubig vertieften Seite Honig ausscheiden (wie z. B. bei Cherleria sedoides). In den Blüten der Sagina Linnaei sieht man jeden vor den Kelchblättern stehenden fadenförmigen Träger der Antheren am Grunde von einem becherförmigen Nektarium umwallt. Gar oft sind die Nektarien der benachbarten Pollenblätter in den Blüten der eben besprochenen Pflanzen zu einem Ringe miteinander verschmolzen, was bei den Storchschnabelgewächsen nur angedeutet ist, bei vielen Mieren (z. B. bei Spergula) und noch mehr bei den leinartigen und nelkenartigen Gewächsen (Linum, Gypsophila, Dianthus, Lychnis) recht auffallend hervortritt. Auch in den Blüten der meisten Schmetterlingsblütler sind es die Pollenblätter, welche den Nektar liefern. Neun miteinander verwachsene Staubfäden bilden eine Rinne, in welcher der Fruchtknoten eingebettet ist; dieser Fruchtknoten ist gegen den Blütengrund zu stielartig verschmälert, die Rinne dagegen etwas erweitert. So entsteht dort ein Hohlraum, und in diesen Hohlraum wird von dem angrenzenden Teile der Staubfadenrinne Honig abgeschieden. Nach oben ist der Hohlraum durch das zehnte Pollenblatt zugedeckt, welches aber keinen Honig liefert. An der zu den Ranunkulaceen gehörigen Alpenrebe (Atragene alpina) ist es die rinnenförmig vertiefte innere Seite der Staubfäden, in welcher der reichliche, von Hummeln sehr eifrig aufgesuchte Honig ausgebildet wird (s. Abbildung, S. 170, Fig. 3, 4 und 5).



Blüte des Schneeglöckchens (Galanthus nivalis).

Sehr häufig wird der Nektar von den Blumenblättern ausgeschieden und zwar sowohl von den Blättern jener Blumen, die man als Perigon anspricht, als auch jener, welche Kelch und Krone genannt werden (s. Bd. I, S. 601). An dem Schneeglöckchen (Galanthus nivalis; s. nebenstehende Abbildung) sieht man den Honig in parallelen Längsfurchen an der Innenseite der drei ausgerandeten Perigonblätter, in den Blüten der Lilien, zumal jener mit nickenden Blüten und bogenförmig zurückgekrümmten Perigonblättern, wie beispielsweise Lilium Chalcedonicum und Carniolicum und des bekannten Türkenbundes Lilium Martagon, ist jedes Perigonblatt der Länge nach von einer mit Leisten oder auch mit geweihartig verzweigten und teilweise kolbenförmig verdickten Gewebewucherungen eingefaßten Rinne durchzogen, und diese Rinne strotzt von den in ihr abgesonderten reichlichen Nektar. Mehrere Orchideen, so namentlich die Arten der Gattung Zweiblatt (Listera), zeigen auch eine solche mit süßem Safte erfüllte Rinne, aber nur an einem Blatte des Perigons, nämlich an dem sogenannten Lippchen (labellum), welches gleichzeitig auch die Anflugstelle für die honigsuchenden und die Rinne ausleckenden Insekten ist. In den Perigonen der Sumpfwurz (Epipactis) ist das Lippchen grubig vertieft und macht den Eindruck einer mit Honig gefüllten Schale. Bei dem auf der Tafel in Band I, bei S. 103 abgebildeten Ohnblatte (Epipogum) erscheint das dem Lippchen entsprechende Perigonblatt wie ein Helm oder wie eine phrygische Mütze nach oben gewölbt, und diese Wölbung birgt den an Ort und Stelle erzeugten reichlichen Honig. Bei vielen andern Orchideen ist die Unterlippe des Perigons nach rückwärts ausgesackt, und in diese Aussackung, welche in der beschreibenden Botanik Sporn genannt wird, birgt sich gewöhnlich eine Fülle des süßen Saftes. Das Perigon der auf S. 177, Fig. 4 abgebildeten Tricyrtes pilosa wird aus sechs Blättern aufgebaut, von diesen sind die drei äußern nahe ihrem Grunde ausgesackt und scheiden daselbst reichlichen Nektar ab. In den Blüten der Narzissen (Narcissus; s. Abbildung, S. 173), des

Schwertels und der Schwertlilien (Gladiolus, Iris), ebenso in jenen von Sisyrinchum und Thesium ist die Innenseite des röhrenförmigen Perigonteiles entweder ganz oder wenigstens im untern Drittel in ein honigabsonderndes Gewebe umgewandelt, ohne daß sich dort besondere Aussackungen zeigen würden. Ungemein zierlich sind die Nektarien an den Perigonen der amerikanischen Uvularia grandiflora, an den zahlreichen Arten der Gattung Fritillaria und namentlich an der unter dem Namen Kaiserkrone in den Gärten häufig gepflegten Fritillaria imperialis ausgebildet. Jedes der sechs Perigonblätter zeigt bei diesen Pflanzen an der Innenseite nahe der verdickten Basis ein rundliches, scharf umgrenztes Grübchen, in welchem ein großer Tropfen des Honigs funkelt.

Vergleichsweise selten ist die Honigausscheidung aus dem Gewebe der **Kelchblätter**. Am auffallendsten ist jene im Grunde der gefärbten, etwas ausgesackten und zugleich fleischigen Kelchröhre bei den verschiedenen Arten der Gattung Cuphea und jene der Kapuzinerkresse (Tropaeolum). Die Arten der zuletzt genannten Gattung haben einen Kelch, dessen obere Hälfte sich nach rückwärts in eine lange, kapuzenförmige Aussackung fortsetzt. In dem verengerten untersten Teile dieser Aussackung wird Honig erzeugt und zwar so reichlich, daß er mitunter bis zur Mündung der Kapuze emporsteigt.



Narzisse (Narcissus Pseudonarcissus): 1. Die ganze Blüte. — 2. Die Blüte halbiert. Vgl. Text, S. 172.

Und nun kommen endlich die Nektarien im Bereiche der **Kronenblätter** an die Reihe. Wenn schon die honigbildenden Gewebe, welche am Blütenboden entwickelt sind, sowie jene an den Fruchtblättern, Pollenblättern, Perigonblättern und Kelchblättern auffallende Verschiedenheiten zeigen, so sind diese doch noch geringfügig im Vergleiche zu dem Formenreichtum, der sich an den Blättern der Krone kundgibt. Es ist nicht möglich, in diesem Buche eine erschöpfende Darstellung dieser Gebilde zu geben, und es muß genügen, die auffallendsten und für die weiterhin folgenden Schilderungen gewisser Vorgänge im Bereiche der Blüten wichtigsten Formen übersichtlich zusammenzustellen. An den Blumenkronen der Königskerzen, zumal an jenen von Verbascum Blattaria und phoeniceum, erfolgt die Ausscheidung von Honig auf dem untern großen Kronenblatte und zwar in Form zahlreicher über das Mittelfeld dieses Blattes zerstreuter Tröpfchen. Jedes Tröpfchen kommt aus einer Spaltöffnung hervor, und man sieht daher zur Zeit des Öffnens der Blumenkrone dieses Blatt wie mit Tau beschlagen. Das ist aber im allgemeinen der seltenere Fall; gewöhnlich fließen die ausgeschiedenen Tröpfchen zu einer Masse zusammen, und es erscheint dann an irgend einer beschränkten Stelle ein größerer Tropfen aufgespeichert. Von den windenden Arten der Gattung Geißblatt (Lonicera Caprifolium, etrusca, grata, implexa, Periclymenum 2c.), von den

Bärentrauben (Arctostaphylos alpina und Uva ursi), von Allionia und Crucianella, von einer Art des Wintergrüns, nämlich Pirola secunda, sowie noch von zahlreichen andern Gewächsen wird der Honig in der zuletzt geschilderten Weise im untersten Teile der röhrenförmigen oder glockigen Blumenkrone abgeschieden. Bei dem Alpenröschen (Rhododendron ferrugineum und hirsutum) sowie bei dem Fichtenspargel (Monotropa) ist der honigabscheidende Teil der Blumenkrone fleischig verdickt und jedes der miteinander verwachsenen Kronenblätter am Grunde grubig ausgehöhlt. Auch in den radförmigen Kronen der zu den Gentianeen gehörenden Ophelien ist jedes der Blumenblätter an seinem Grunde mit einer Nektargrube ausgestattet. In den Blüten der nicht windenden Geißblattarten (Lonicera alpigena, nigra, Xylosteum ꝛc.) zeigt die Blumenkrone über der Basis eine honigbildende Aussackung, und in den Blüten der Calceolarien (Calceolaria amplexicaulis, floribunda, Pavonii ꝛc.) findet sich die Nektargrube auf dem Ende des eingeschlagenen untern Blumenblattes wie in einem Gehäuse geborgen. Die Blumenkrone der Baldriane (Valeriana globulariaefolia, montana, officinalis ꝛc.) erzeugt ihren Honig in einer kleinen Aussackung, welche seitlich an der Kronenröhre zu sehen ist (s. nebenstehende Abbildung), und in den Blüten des Fettkrautes (Pinguicula) verschmälert sich die Krone nach rückwärts in eine spitze, hohle, spornförmige Aussackung (s. Abbildung auf der Tafel in Band I, bei S. 131). In den Blüten der Balsaminen (Impatiens) ist nur eins der fünf Kronenblätter mit einem honigführenden Sporne versehen, in jenen des Akeleis (Aquilegia) ist dagegen jedes derselben in einen Sporn ausgezogen, welcher in seinem kolbenförmig verdickten Ende Honig entwickelt. Die kleinen weißen Kronenblätter des Sonnentaues (Drosera) sind an der Basis in einen gelben Nagel zusammengezogen, und das Gewebe dieses Nagels scheidet spärlichen Honig aus. Ähnlich verhält es sich in den Blüten des Hahnenfußes (Ranunculus); nur ist bei diesen das honigerzeugende Gewebe scharf umgrenzt und erscheint als Auskleidung eines kreisrunden oder quer-ovalen Grübchens, das in manchen Fällen, wie z. B. bei Ranunculus alpestris, unbedeckt, in andern Fällen dagegen, wie z. B. bei dem Gletscherhahnenfuße (Ranunculus glacialis), von einer Schuppe überdacht ist (s. Abbildung, S. 170, Fig. 6, 7 und 8). Die Blüten der Lappenblume (Hypecoum) zeigen zwei gegenüberstehende, in drei Lappen geteilte Kronenblätter, und am Grunde derselben ist unterhalb des mittlern Lappens eine verhältnismäßig große Grube ausgebildet, welche mit dem dort erzeugten reichlichen Honig erfüllt ist (s. Abbildung, S. 177, Fig. 5 und 6). Ganz eigentümlich sind auch die Nektarien in den Blüten der zu den Gentianeen gehörigen Swertia. Einige Millimeter oberhalb dem Blütengrunde sieht man auf jedem Kronenblatte zwei Gruben, welche von einem festen Ringwalle umgeben sind, und von diesem Ringwalle erheben sich lange Fransen, die eine Art Gitter über der Grube herstellen. Das Gewebe, welches die Auskleidung der Grube bildet, entwickelt reichlichen Honig, und da das Gitter die Grube nicht vollständig verdeckt, so sieht man den Honig zwischen den Fransen mehr oder wenig deutlich durchschimmern.



Blüte des Baldrians (Valeriana officinalis), der Länge nach durchschnitten.

An dieser Stelle ist auch der merkwürdigen Nektarien zu gedenken, welche sich in den Blüten mehrerer Droseraceen, Berberideen und Ranunkulaceen zwischen die Blumenblätter und Pollenblätter eingeschaltet finden, und für welche neuerlich der Name **Honigblätter** in Vorschlag gebracht wurde. Sie zeigen die seltsamsten Formen und entsprechen nur wenig der Vorstellung, welche man sich gemeinhin von einem Blatte macht. So z. B. haben sie bei dem zu den Droseraceen gehörenden Studentenröschen (Parnassia) die Form einer Hand, an deren hohler Seite sich zwei honigabsondernde Furchen befinden, während die

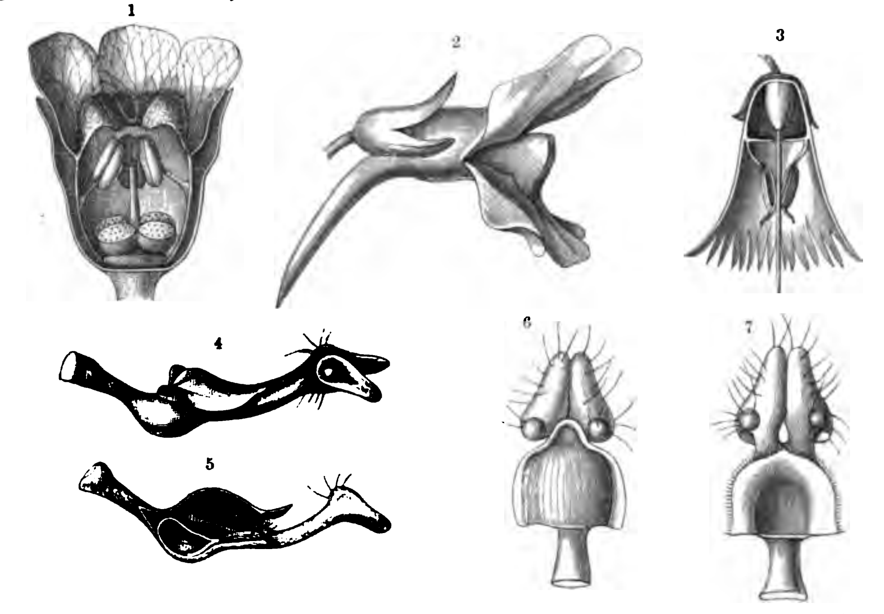
den Fingern der Hand entsprechenden elf dünnen Fortsätze mit rundlichen Knöpfchen abschließen. In den Blüten der zu den Berberideen gehörenden Sockenblume (Epimedium) haben sie die Gestalt eines Pantoffels, in jenen des Schwarzkümmels (Nigella) aus der Familie der Ranunkulaceen präsentieren sie sich als gestielte, zugedeckelte Schalen oder Ampeln (s. Abbildung, S. 176, Fig. 4—7). In den Blüten des Eisenhutes (Aconitum) zeigen sie die Form bald einer phrygischen Mütze, bald einer Kapuze, bald eines Waldhornes, und werden von einem langen aufrechten, der Länge nach rinnig durchfurchten Stiele getragen. In den Blüten des Muschelblümchens (Isopyrum) sowie in jenen des Wanzenkrautes (Cimicifuga) besitzen sie die Gestalt von Schaufeln oder kurzgestielten Löffeln und tragen mitunter am freien Ende zwei in ihrer Bedeutung rätselhafte geknöpfte Spitzen. Die Blüten der Winterblume (Eranthis) sowie jene der Nießwurz (Helleborus) zeigen innerhalb der großen Kelchblätter tütenförmige, becherförmige oder röhrenförmige Nektarien mit schief abgeschnittener Mündung, und jene der Trollblume (Trollius) bergen zahlreiche spatelförmige Nektarien, welche im untern Drittel etwas geknickt und verdickt und dort mit einem honigführenden Grübchen ausgestattet sind (s. Abbildung, S. 110, Fig. 3). In den Blüten der Küchenschellen (Pulsatilla vernalis und vulgaris) sieht man zwischen den großen flachen Blumenblättern und den antherentragenden Pollenblättern in zwei oder drei Schraubenumgängen kleine kolbenförmige Gebilde eingeschaltet, welche reichlichst Honig abscheiden, der die Basis der benachbarten Staubfäden netzt. Alle diese Honigblätter kann man ebensogut als Umwandlungen der Kronenblätter wie der Pollenblätter betrachten. Jene der Sockenblume, des Schwarzkümmels, des Eisenhutes und des Muschelblümchens mahnen mehr an Kronenblätter, jene der Trollblume und der Küchenschelle mehr an Pollenblätter. In Band I, S. 606 wurde der Auffassung Raum gegeben, daß alle Blumenblätter metamorphosierte Pollenblätter seien. Von diesem Standpunkte aus angesehen, ist es selbstverständlich auch müßig, zu fragen, ob die besprochenen Honigblätter als Kronenblätter oder als Pollenblätter zu deuten seien.

Auch mit Rücksicht auf die Beziehungen zu den blütenbesuchenden Tieren sind diese sowie überhaupt alle ähnlichen Fragen der spekulativen Gestaltlehre ohne Belang. Dagegen ist es mit Rücksicht auf die zum Genusse des Honigs angelockten und zugelassenen Insekten von Wichtigkeit, die im vorhergehenden nur beiläufig nach morphologischen Gesichtspunkten geordneten Nektarien in zwei Gruppen zusammenzustellen, nämlich in solche, deren süßer Saft offen zu Tage liegt, und solche, deren Honig in versteckten Winkeln im Grunde der Blüten geborgen ist.

Der offen zu Tage liegende Honig ist zwar für alle blütenbesuchenden Tiere zugänglich, wird aber doch nur von einem Teile derselben mit Erfolg ausgebeutet. Von Schmetterlingen und langrüsseligen Hummeln kann z. B. der firnisartige Überzug aus Honig, welcher dem Gewebepolster über dem Fruchtknoten bei dem Spindelbaume, Epheu und Hartriegel, den Steinbrechen und Doldenpflanzen aufgelagert ist, nicht gesogen werden. Dagegen ist gerade dieser Honig ein Anziehungspunkt für die Käfer, Fliegen, Mücken und andre kurzrüsselige Insekten. Auf den Blüten der genannten Pflanzen wimmelt es förmlich von Käfern aus den Gattungen Anthrenus, Dasytes, Meligethes, Telephorus und Trichius sowie von unzähligen Fliegen und Mücken, welche mit ihrer Zunge oder den platt aufgedrückten Rüsselklappen die flache, dünne Honigschicht ablecken. Auch der in Form großer Tropfen in den Vertiefungen des Lippchens in den Blüten der Sumpfwurz (Epipactis) sowie der in den Blumenkronen der Braunwurz (Scrophularia) ausgebotene Honig wird nur von kurzrüsseligen Insekten, namentlich von Wespen, aufgesucht und von Schmetterlingen und Hummeln gemieden.

Mit dem in versteckten Gruben, Röhren und Rinnen geborgenen Honig verhält es sich gerade entgegengesetzt. Derselbe ist den meisten kurzrüsseligen Insekten

unzugänglich, bildet dagegen die wichtigste Nahrung für Kolibris, Schmetterlinge, Hummeln und Schwebefliegen. Freilich ist auch da wieder ein großer Unterschied je nach der Länge des Rüssels oder Schnabels und der Tiefe des Versteckes, in welchem der Honig geborgen ist. In den Blüten des Frühlingsheidekrautes (Erica carnea) beträgt die Entfernung des honigabsondernden Grundes von der verschlossenen Mündung der Blumenkrone nur einige Millimeter, in jenen des Oxyanthus tubiflorus, einer zu den Rubiaceen gehörigen, in der Sierra Leone heimischen Pflanze, 16 cm, und an Angrecum sesquipedale, einer durch Größe und Pracht des Blütenstandes ausgezeichneten, in Madagaskar heimischen Orchideenart, zeigt das Perigon einen hohlen, in der Tiefe mit Honig gefüllten Sporn, welcher die Länge von 30 cm erreicht.

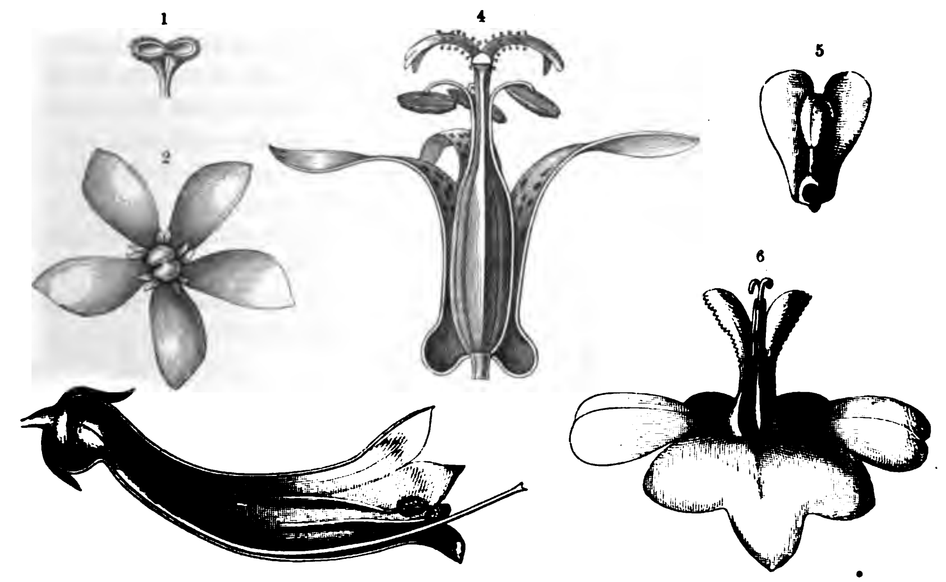


Bergung des Honigs: 1. Blüte von Cynoglossum pictum; der vordere Teil der Blüte weggeschnitten. — 2. Blüte von Linaria alpina. — 3. Blüte der Soldanella alpina; der vordere Teil der Blüte weggeschnitten. — 4. Ein Honigblatt der Nigella elata. — 5. Dasselbe, der Länge nach durchschnitten. — 6. Ein Honigblatt der Nigella sativa, von oben gesehen. — 7. Dasselbe; der Deckel, welcher die Nektargrube verschließt, weggeschnitten. — Sämtliche Figuren etwas vergrößert. Vgl. Text, S. 175.

Was die **Vorrichtungen zur Bergung des Honigs in den Gruben, Röhren und Rinnen der Blütenteile** anbelangt, so sind deren zweierlei zu unterscheiden. Entweder ist der Zugang zu dem Verstecke verengert, was durch die mannigfaltigsten Ausbuchtungen, Buckel, Schwielen, Wülste, Leisten und Klappen an der Mündung der Blumenröhre erreicht wird (s. obenstehende Abbildung der Blüte von Cynoglossum, Fig. 1), oder es erscheint die den Nektar führende Höhlung durch einen Deckel oder wie durch eine Thür oder auch wie durch zwei zusammengepreßte Lippen vollständig abgeschlossen, so zwar, daß diejenigen Tiere, welche den in der Höhlung gewitterten Honig gewinnen wollen, den Deckel aufheben, die Thür öffnen oder eine der Lippen herabdrücken müssen. Als Beispiele für Verschlüsse der letztern Art können die Blüten des Lerchensporne (Corydalis), des Erdrauches (Fumaria), des Löwenmaules (Antirrhinum) und des Leinkrautes (Linaria; s. obenstehende Abbildung, Fig. 2) aufgeführt werden, und durch besondere, in der Blumenröhre eingeschaltete, mit Flügelthüren vergleichbare Schuppen wird der Verschluß bei einigen Soldanellen (Soldanella; s. obenstehende Abbildung, Fig. 3) und bei den zu den Bromeliaceen gehörigen Gattung Aechmea hergestellt.

Bisweilen sind die Pollenblätter so geformt und so zusammengestellt, daß sie eine den honigabsondernden Blütenboden überdachende Kuppel oder einen Hohlkegel bilden, was namentlich an zahlreichen Nachtschattengewächsen, Primulaceen, Asperifolieen und Campanulaceen (z. B. Nicandra, Cyclamen, Borago, Campanula, Phyteuma), besonders schön auch an dem schmalblätterigen Weiderich (Epilobium angustifolium), an dem Schwertel (Gladiolus) und an dem auf S. 170, Fig. 1 abgebildeten kleinblütigen Fingerkraute (Potentilla micrantha), endlich auch an den zu den Nopalen gehörigen Mamillarien (s. Abbildung, S. 170, Fig. 2) zu sehen ist.

In sehr eigentümlicher Weise ist der Verschluß der Nektarhöhlen oder Nektarien durch Häufung der Pollenblätter bei einigen weißblühenden Hahnenfüßen, z. B. dem Ranunculus



Bergung des Honigs: 1. Narbe der Gentiana Bavarica, welche die Röhre der Blumenkrone verschließt, aus der Blüte herausgenommen. — 2. Blüte derselben Pflanze, von oben gesehen. — 3. Blüte des Phygelius capensis; der vordere Teil der Blüte weggeschnitten. — 4. Blüte der Tricyrtes pilosa; der vordere Teil der Blüte weggeschnitten. — 5. Eines der zwei innern Kronenblätter der Lappenblume (Hypecoum grandiflorum), von der innern, dem Fruchtknoten anliegenden Seite gesehen. — 6. Blüte des Hypecoum grandiflorum, in welcher die innern beiden Blumenblätter dem Fruchtknoten anliegen. Vgl. Text, S. 178.

glacialis, hergestellt. Der Honig wird bei diesen Gewächsen in einem kleinen Grübchen, welches auf der obern Seite der Kronenblätter und zwar dicht über dem gelben verdickten Nagel angebracht ist, abgesondert (s. Abbildung, S. 170, Fig. 6, 7 und 8). Vor diesem Grübchen befindet sich eine Schuppe, welche unter einem Winkel von 40—50 Grad von der Ebene des Kronenblattes emporsteht. Auf und neben diese Schuppe kommen nun die zahlreichen, in mehreren Kreisen angeordneten und von der Mitte der Blüte strahlenförmig auslaufenden Pollenblätter zu liegen, und es wird so an der Basis eines jeden Kronenblattes eine kleine Nektarhöhle gebildet, zu welcher nur jene Insekten gelangen können, welche die Kraft haben, die auflagernden Pollenblätter empor und die Schuppe nach abwärts zu drücken. In den Blüten der Alpenrebe (Atragene alpina) sind die Pollenblätter rinnenförmig ausgehöhlt und sondern in dieser Rinne reichlichen Honig ab (s. Abbildung, S. 170, Fig. 4). Da aber in jeder Blüte mehrere Pollenblattwirtel vorhanden sind und die Pollenblätter der äußern Wirtel immer jene der innern decken und sich an den Rücken derselben anlegen (s. S. 170, Fig. 3), da endlich auch noch die sämtlichen Pollenblätter nach außen zu von einem Wirtel aufrechter, steifer, löffelförmiger Blätter zusammengehalten werden (s. S. 170, Fig. 5), so bilden alle

diese Rinnen ebenso viele geschlossene kleine Nektarhöhlen, welche nur von kräftigen Insekten erschlossen werden können.

Die Blüten des auf S. 177, Fig. 3 abgebildeten Phygelius capensis zeigen an der Basis der röhrenförmigen Blumenkrone eine kleine, mit Honig gefüllte Aussackung, welche dadurch, daß sich der Fruchtknoten vor ihr herabkrümmt und an die Wand der Kronenröhre dicht anschmiegt, zu einer geschlossenen Höhle wird. In den Blüten der Tricyrtes pilosa (s. Abbildung, S. 177, Fig. 4), deren drei äußere Perigonblätter in der Aussackung am Grunde der Blüte Honig führen, ist der dreiseitige Fruchtknoten wie ein Pfropfen zwischen die Perigonblätter eingekeilt, und es werden dadurch aus den Aussackungen drei geschlossene Nektarhöhlen gebildet. Ein ähnliches Verhältnis beobachtet man auch in den Blüten von Hypecoum procumbens. Der Honig wird hier in einem Grübchen dicht über dem Nagel der zwei innern Kronenblätter ausgeschieden (s. Abbildung, S. 177, Fig. 5). Ähnlich wie bei dem Gletscherhahnenfuße erhebt sich dicht über diesem Grübchen eine eigentümliche Schuppe, welche dazu bestimmt ist, in einem gewissen Stadium der Entwickelung den Pollen aufzunehmen, worauf später nochmals die Rede kommen wird. Diese Schuppe ist aufrecht, dem Fruchtknoten parallel und liegt auch mit ihrem untern Teile dem Fruchtknoten an (s. S. 177, Fig. 6). Dadurch aber wird ein vollständiger Verschluß der Nektargrube hergestellt.

Schließlich sei noch bemerkt, daß in manchen Blüten auch die Narbe zum Abschlusse der mit Honig erfüllten ausgehöhlten Blüten herhalten muß. So verhält es sich z. B. bei den Gentianen aus der Gruppe Cyclostigma, von welchen die Blüte und Narbe einer Art, nämlich Gentiana Bavarica, auf S. 177, Fig. 1 und 2 abgebildet sind.

Die Blütenfarbe als Lockmittel für Insekten und andre Tiere.

Wenn wir wollen, daß dem Auge beschränkte Stellen aus der Ferne kenntlich werden, so helfen wir uns bekanntlich mit Farbenkontrasten. Wir stecken an der Eisenbahn Signale aus, auf welchen sich ein rotes Band von weißem Untergrunde abhebt, bringen goldene Lettern auf schwarzen Schildern an und malen schwarze Kreise und ein schwarzes Zentrum auf die weiße Scheibe, nach welcher wir den Lauf des Gewehres richten. Ganz ähnliche *Farbenkontraste kommen auch an den Pflanzen zur Geltung, deren Blüten das Ziel anfliegender Tiere sind.*

Nachdem sich die Blüten in den meisten Fällen über grünen Laubblättern entfalten, so ist es erklärlich, warum in der Blütenregion die mit Grün kontrastierenden oder doch von Grün sich gut abhebenden Farben als Anlockungsmittel am häufigsten vorkommen. Von jenen Pflanzen der baltischen Flora, welche in der Blütenregion neben Grün noch eine andre Farbe zur Schau tragen, entfallen auf Weiß 33, auf Gelb 28, auf Rot 20, auf Blau 9, auf Violett 8 und auf Braun 2 Prozent. Aus der Entfernung stechen Weiß, Gelb und Rot am besten, Blau und Violett nur wenig und Braun fast gar nicht von dem Grün der Laubblätter ab.

Am öftesten sind es die *Blumenblätter*, deren von der Umgebung sich abhebende Farbe die Blüten schon von fern kenntlich macht, und zwar ist es vorzüglich jene Seite derselben, welche den anfliegenden Tieren zugewendet ist, an der sich die betreffende Farbe am grellsten ausbildet. Sind die Blumenkronen oder Perigone krugförmig oder glockenförmig, nickend oder überhängend, und sehen die Tiere bei dem Anfluge nicht in das Innere der Blüte, so erscheint die äußere Seite lebhafter gefärbt, ist dagegen die Blüte sternförmig oder schüsselförmig und mit ihrer Weitung dem Lichte und den in der Luft herumschwirrenden Insekten zugewendet, so zeigt die innere Seite lebhaftere Farben. Es gibt sogar Blüten, deren Blumenblätter an der Außenseite grün und nur an der Innenseite gelb, weiß oder rot gefärbt

sind. So z. B. sind jene der Gelbsterne (Gagea) nur an der innern Seite gelb; die äußere Seite erscheint grün. Wenn die Blüten des Gelbsternes geschlossen sind, fallen sie auch nicht in die Augen; nur wenn sie sich im Sonnenlichte geöffnet haben, heben sich die gelben Sterne deutlich von der Umgebung ab. Ähnliches beobachtet man an den Blüten des Milchsternes (Ornithogalum), des Scharbockkrautes (Ficaria), des Gauchheils (Anagallis), des Venusspiegels (Specularia) und noch vieler andrer Gewächse.

In einigen Fällen, wo die Kronenblätter in Nektarien umgewandelt sind, oder wo sie irgend eine andre Funktion auszuführen haben, mit der sich die Ausbildung bunt gefärbter Flächen nicht gut verträgt, wird die Anlockung der Tiere von den Kelchblättern übernommen. Diese sind dann nicht grün, sondern weiß, gelb, rot, blau, violett oder braun gefärbt, wie beispielsweise jene der Schneerosen und des weißen Waldhähnchens (Helleborus niger, Anemone nemorosa), der Trollblume und der Winterblume (Trollius, Eranthis), der Alpenrebe und des Eisenhutes (Atragene alpina, Aconitum Napellus), der Wiesenküchenschelle und des Blutauges (Pulsatilla pratensis, Comarum palustre). Auch bei den Blüten dieser Pflanzen wiederholt sich die früher erwähnte, an den Kronenblättern zu beobachtende Erscheinung: an den hängenden Glocken der Alpenrebe ist die Außenseite, an den sternförmig offenen Blüten des Blutauges die Innenseite der Kelchblätter lebhafter gefärbt.

Weit seltener als durch die Perigone, Blumenkronen und Kelche werden die Tiere durch die eigentümlichen Farben der Pollenblätter auf die Quellen des Honigs und die Fundstellen des Pollens aufmerksam gemacht. In den Landschaften des mittlern und nördlichen Europa sind es insbesondere die Weiden, deren gelbe oder rote Antheren in so großer Zahl und so dicht beisammen stehen, daß die Blütenkätzchen trotz des Fehlens der Blumenblätter und trotz der Unscheinbarkeit der Deckschuppen von fern in die Augen fallen. An einigen zu den Ranunkulaceen gehörigen Pflanzen, namentlich an Actaea, Cimicifuga und Thalictrum, noch mehr an den neuholländischen Akazien und den zu den Myrtengewächsen gehörigen Gattungen Callistemon und Metrosideros, an der japanischen Bocconia sowie an mehreren Arten der Gattung Aesculus (z. B. A. macrostachya) werden die Blüten dadurch recht auffallend, daß die Träger der Antheren, die sogenannten Staubfäden, weiß, violett, rot oder gelb gefärbt sind. Auch die Blütenähren der über den Boden hinkriechenden nordamerikanischen Pachysandra heben sich von dem dunkeln Untergrunde dadurch ab, daß die Träger der Antheren blendend weiß gefärbt sind. An mehreren asiatischen Steppengewächsen, namentlich an den Arten der Gattung Anabasis (s. Abbildung, S. 180, Fig. 10 und 11), erhebt sich über jeder Anthere ein blasenförmiges, bald schwefelgelbes, bald violettes, bald hell-, bald dunkelrotes Anhängsel, das von der graugrünen Umgebung grell absticht, und welches man beim ersten Anblicke leicht für ein Blumenblatt halten könnte.

Sehr oft kommt es vor, daß nicht die Blumen selbst, sondern die sie stützenden und einhüllenden Deckblätter durch ihre von dem Grün der Umgebung abstechenden Farben in die Augen fallen. Beispiele in Hülle und Fülle liefern die Hartriegelgewächse (z. B. Cornus florida und Suecica; s. Abbildung, S. 180, Fig. 12), die Myrtaceen (Genetyllis tulipifera), die Doldenpflanzen (Astrantia, Bupleurum, Smyrnium, Eryngium alpinum), die Lippenblütler (Nepeta reticulata, Salvia splendens), Korbblütler (Cirsium spinosissimum, Gnaphalium Leontopodium, Xeranthemum annuum, Carlina acaulis; s. Abbildung, S. 116), die Wolfsmilchgewächse (Euphorbia polychroma, splendens, variegata), die Aroideen (Richardia aethiopica, Calladium Scherzerianum) und die Bromeliaceen (Nidularia, Lamprococcus, Pitcairnia). Bei einigen Proteaceen, so namentlich Protea globosa, sind die obersten Laubblätter zu einer großen äußern Hülle des kugeligen goldgelben Blütenstandes gruppiert, und damit sich dieser Blütenstand besser abhebt, sind

die zusammengedrängten obern Laubblätter bläulich gefärbt im Gegensatze zu dem tiefer stehenden, weiter auseinander gerückten Laube, das eine grasgrüne Farbe besitzt. Selbst die Stiele der Blüten und Blütenstände können durch ihre lebhafte, von fern sicht-



Farbenkontraste in den Blüten: 1. Doldentraube der Lobularia nummulariaefolia mit Blüten und jungen Früchten. — 2. Eine einzelne junge Blüte derselben Pflanze. — 3. Eine junge Frucht derselben Pflanze, deren Breitseite zwei der vergrößerten weißen Kronenblätter angeschmiegt sind. — 4. Blütenähre der Lavandula Stoechas, von einem Schopfe leerer blauer Deckblätter abgeschlossen. — 5. Doldentraube des Alyssum cuneatum mit jungen, eben geöffneten Blüten im Mittelfelde und alten geschlossenen Blüten am Umfange. — 6. Blumenblatt aus einer jungen, eben geöffneten Blüte derselben Pflanze. — 7. Blumenblatt aus einer alten, geschlossenen Blüte derselben Pflanze. — 8. Blütentraube des Muscari comosum; die obern langgestielten und schopfförmig zusammengedrängten Blüten taub. — 9. Blütenstand des Trifolium badium; die obern jungen Blüten hellgelb, die untern herabgeschlagenen alten Blüten dunkelbraun. — 10. Ein Zweig aus dem Blütenstande der Halimocnemis mollissima; die aus dem unscheinbaren Perigon herausragenden blasenförmig aufgetriebenen Anhängsel der Anthere machen den Eindruck von Blumenblättern. — 11. Ein einzelnes Pollenblatt der Halimocnemis mollissima; das Konnektiv erhebt sich über die Anthere in Form eines blasenförmigen Anhängsels. — 12. Blütenstand der Cornus florida von vier großen weißen Hüllblättern umgeben. — 13. Kornblume (Centaurea Cyanus); die kleinen Blüten des Mittelfeldes sind von großen trichterförmigen tauben Blüten eingefaßt. — 14. Blütentraube der Kernera saxatilis; der Fruchtknoten in der Mitte der alten Blüten dunkel gefärbt und von den vergrößerten Blumenblättern umgeben. — 15. Blütenstand der Strahldolde (Orlaya grandiflora); die randständigen Blüten strahlend. — 16. Eine einzelne strahlende Blüte derselben Pflanze. — 17. Doldentraube der Schleifenblume (Iberis amara); die nach außen gerichteten Blumenblätter der randständigen Blüten doppelt so groß als jene, welche der Mitte des Blütenstandes zugewendet sind. — Fig. 2, 3 und 11 etwas vergrößert; die andern Figuren in natürlicher Größe. Vgl. Text, S. 179—188.

bare Farbe als Anlockungsmittel dienen, wie das unter andern an mehreren Arten der Gattung Mannstreu (Eryngium amethystinum, creticum ꝛc.) der Fall ist.

Wenn der Umfang eines farbigen Gegenstandes unter ein gewisses Maß herabsinkt, so wird selbst das brennendste Rot, das lebhafteste Gelb und das blendendste Weiß aus der



VICTORIA REGIA IM AMAZONENSTROME.

Entfernung nicht mehr gut gesehen. Die Blütenteile oder Hüllblätter, welchen die Aufgabe zukommt, fliegende Tiere aus der Ferne anzulocken, müssen daher immer auch einen entsprechend großen Raum einnehmen, wenn sie auffallen und als Wegzeiger dienen sollen, und das ist auf sehr verschiedene Weise erreicht. Eins der Mittel zur Erreichung dieses Zweckes besteht darin, daß die einzelnen Blüten zu ansehnlicher Größe heranwachsen. Wer etwa glauben möchte, daß gerade dieses Mittel wegen seiner Einfachheit zu den häufigsten zähle, würde bei näherm Zusehen eine arge Enttäuschung erfahren. In Wirklichkeit kommt dasselbe verhältnismäßig nur selten vor. Kaum der tausendste Teil der Phanerogamen weist Blüten auf, deren Ausmaß 10 cm überschreitet, und von diesen ist wieder die Mehrzahl auf die tropischen Landschaften beschränkt. Die größten Blüten der Welt zeigen die Rafflesien, von welchen eine Art in Band I, S. 188 abgebildet erscheint. Die auf der Insel Mindanao in der Gruppe der Philippinen bei 800 m Seehöhe auf den Wurzeln von Cissus-Reben schmarotzende Rafflesia Schadenbergiana entwickelt Blüten, deren jede ein Gewicht von ungefähr 11 kg und einen Durchmesser von 80 cm besitzt. An die Rafflesiablüten reihen sich dann die Blüten des seltsamen Paphiopedilium caudatum, dessen bandartige Blumenblätter eine Länge von 70 cm erreichen. Von diesen Riesenblumen zu denjenigen, welche in betreff der Größe zunächst kommen, ist dann ein gewaltiger Sprung. Die Blüten der westindischen und brasilischen Aristolochien (Aristolochia gigantea und grandiflora) haben als größtes Ausmaß des Blumensaumes nur 27 cm. Allerdings kommt bei diesen bizarren Blüten in Betracht, daß sie auch verhältnismäßig lang sind, was bei den Rafflesiablüten nicht der Fall ist. Die Blüten der Aristolochia grandiflora, deren ausgebreiteter Saum einer gebogenen Röhre aufsitzt, mißt z. B. 33 cm in der Länge, und es wird erzählt, daß solche Blüten von spielenden Kindern wie Mützen benutzt und auf den Kopf gestülpt werden. Einen nahezu ebenso großen Querdurchmesser der Blüten wie diese tropischen Schlinggewächse weist die im Sikkim (Himalaja) heimische Magnolia Campbellii auf. Wenn sich die aufrechten roten Blumen dieses Baumes im Sonnenscheine geöffnet haben, zeigen sie eine Spannweite von 26 cm, was wohl an keiner andern Baumblüte wieder vorkommt. Eine der Lotusblumen, nämlich Nelumbo speciosum, sowie die australische Nymphaea gigantea haben Blüten mit einem Ausmaße von 25, das in neuerer Zeit auch in europäischen Gärten häufig gepflanzte Lilium auratum Blüten mit 24 cm. Blüten mit 20—22 cm Durchmesser zeigen mehrere Kakteen, namentlich Echinopsis cristata, Cereus grandiflorus, die auf der Tafel in Band I, S. 601 abgebildete Königin der Nacht (Cereus nycticalus), die südamerikanische Datura Knigthii, Nymphaea Devoniensis und die auf der beigehefteten Tafel abgebildete berühmte „Victoria regia im Amazonenstrom". Blüten im Durchmesser von 16—18 cm haben Nelumbo luteum, Amaryllis solandriflora und der Gartenmohn (Papaver somniferum), Blüten mit 13—15 cm Amaryllis aulica und equestris, Datura ceratocaula und Paeonia Moutan, Blüten mit 10—12 cm mehrere mexikanische Kakteen (z. B. Echinocactus oxygonus und Tetani) und der Kürbis (Cucurbita Pepo).

Das zweite Mittel, die Blüten für das freie Auge auffallend zu machen, ist die Häufung derselben zu Büscheln, Ähren, Trauben, Dolden und Köpfchen. Die Einzelblüte des schwarzen Holders (Sambucus nigra) hat 5—6 mm Durchmesser und würde selbst auf dunklem Grunde in der Entfernung von 10 Schritt kaum mehr gesehen werden. Tausend bis anderthalbtausend solcher Blüten in einen Ebenstrauß von 16—18 cm Durchmesser geordnet, heben sich aber in der angegebenen Entfernung ganz deutlich von dem schwarzgrünen Laube ab. Sogar die Blüten des amerikanischen, in neuester Zeit in Europa eingebürgerten Feldunkrautes Galinsoga parviflora, welche zu den kleinsten der Welt zählen und bei einer Länge von 1 mm nur 0,3 mm Querdurchmesser zeigen, werden dadurch, daß sie in großer Zahl auf einer runden Scheibe dicht beisammen stehen, so auffallend, daß

sie von dem Auge des Menschen auf die Entfernung von 15 Schritt noch ganz gut unterschieden werden können. Die Blüten von ungefähr 10,000 verschiedenen Korbblütlern, 1300 Doldenpflanzen und ungezählten Baldrianen, Nelken, Sternkräutern, Spierstauden, Schmetterlingsblütlern, Lippenblütlern und Kugelblumen verdanken es der Häufung ihrer Blüten, das sie schon von fern gesehen werden können. Vereinzelt würden sie ihrer Kleinheit wegen kaum beachtet werden.

In vielen Fällen ist nicht sämtlichen, sondern nur einem Teile der zu Dolden, Trauben und Köpfchen vereinigten Blüten die Aufgabe zugewiesen, die Gesamtheit auffallend zu machen. An den zu den Schotengewächsen zählenden Arten der Gattung Iberis (z. B. Iberis amara, gibraltarica, umbellata; s. Abbildung, S. 180, Fig. 17), an den meisten Skabiosen (z. B. Scabiosa Columbaria, cretica, graminifolia) und an nicht wenigen Doldenpflanzen (Daucus, Heracleum, Orlaya; s. Abbildung, S. 180, Fig. 15 und 16) sind die am Umfange der Dolde oder der Köpfchen stehenden Blumen einseitig gefördert; jene Blumenblätter, welche von dem Mittelfelde des Blütenstandes abgewendet sind, erscheinen auffallend vergrößert und machen den Eindruck kurzer, von der Peripherie ausgehender Strahlen. Sehr beachtenswert sind in dieser Beziehung auch einige Schotengewächse aus den Gattungen Alyssum, Dentaria und Sisymbrium. Von ihnen kann man nicht sagen, daß die am Umfange der Doldentraube stehenden Blüten einseitig gefördert sind, und dennoch nehmen sich dieselben ganz wie strahlende Blüten aus. Das kommt daher, daß bei diesen Pflanzen die Blumenblätter nicht abfallen, nachdem die Belegung der neben ihnen stehenden Narben mit Pollen erfolgt ist, sondern zurückbleiben, sich gleich den Blättern eines Buches aufeinander legen und, was das merkwürdigste ist, sogar noch geraume Zeit fortwachsen. Wenn die Blüte der Steinkräuter: Alyssum montanum, Wulfenianum, cuneatum (s. Abbildung, S. 180, Fig. 5) den Höhepunkt ihrer Entwickelung erreicht haben, wenn von ihren Antheren Pollen und in ihrem Blütengrunde Honig für die Insekten ausgeboten wird, zeigen die gelben Platten der Blumenblätter eine Länge von 3—4 mm; wenn einmal die Antheren ihren Pollen abgegeben haben und der Blütengrund des Honigs beraubt ist, wenn die Narbe vertrocknet ist und die Fruchtknoten bereits zu kleinen Früchten auswachsen, mißt die Platte der Blumenblätter 6—7 mm (s. Abbildung, S. 180, Fig. 6 und 7). Während also die auf dem Höhepunkte der Entwickelung stehenden Blüten im Mittelfelde der Doldentraube klein und unansehnlich sind, erscheinen die am Umfange der Doldentraube sitzenden alten Blüten mit vergrößerten Blumenblättern als kurze Strahlen und bringen dadurch den ganzen Blütenstand mit bestem Erfolge zur Geltung. Die alten Blüten haben hier thatsächlich zum Vorteile ihrer jüngern Nachbarn die Anlockung der Insekten übernommen.

Bei zahlreichen Gewächsen beschränkt sich die Abweichung der randständigen von den mittelständigen Blüten eines und desselben Köpfchens nicht nur auf die Vergrößerung und einseitige Förderung, sondern es kommt da zur Ausbildung ganz verschiedener Blumenformen. Die Blüten des Mittelfeldes erscheinen bei ihnen aufrecht und haben die Gestalt kleiner Röhrchen, jene am Rande stehen strahlenförmig ab, sind größer, auch viel augenfälliger gefärbt und haben entweder die Gestalt kurzer, breiter Platten, wie bei der Schafgarbe (Achillea), oder langer, schmaler Zungen, wie bei dem Wohlverleihe (Arnica montana). Bei der Kornblume (Centaurea Cyanus; s. Abbildung, S. 180, Fig. 13) und den mit ihr verwandten Arten haben die randständigen Blüten die Gestalt von Trichtern mit gespaltenem Saume angenommen. Im Innern dieser trichterförmigen Blumen sucht man vergeblich nach Antheren und Narben; sie sind unfruchtbar oder „taub“ geblieben, und es hat sich so in dem Köpfchen der Kornblume eine vollständige Teilung der Funktionen unter die zweierlei Blüten vollzogen. Nur die Blüten des Mittelfeldes sind mit Pollenblättern und

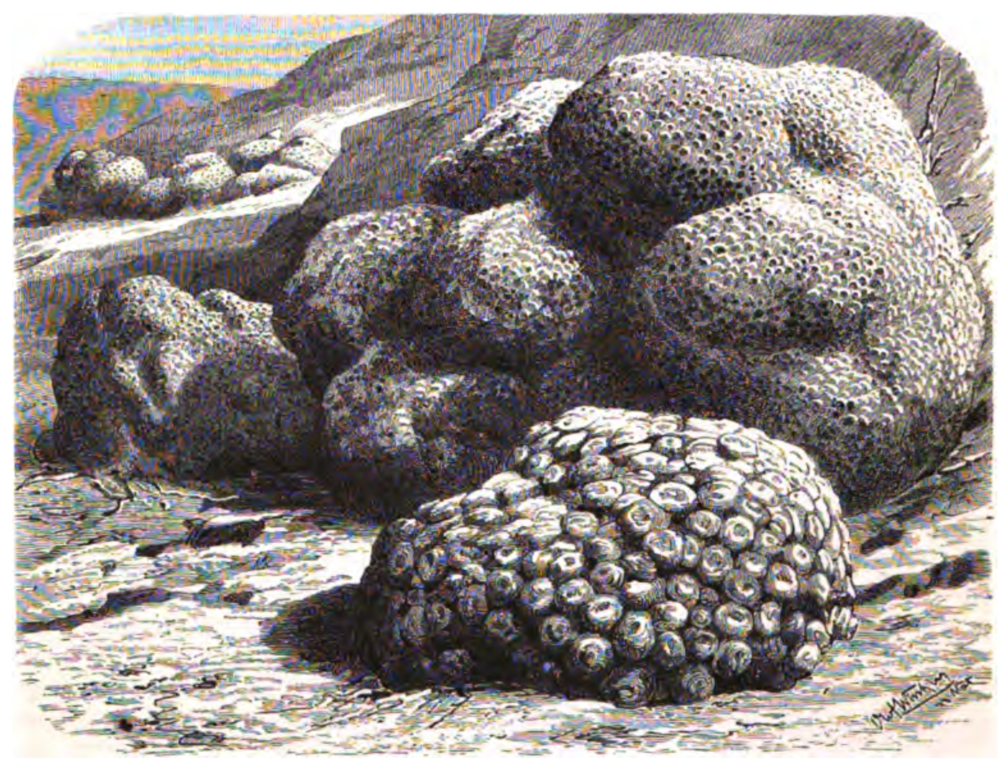
Fruchtanlagen versehen, nur diese bergen im Grunde der kleinen Blumenröhren den süßen Honig, und nur diese können nach erfolgter Befruchtung zu Früchten werden. Sie sind aber sehr unscheinbar und würden schon aus geringer Entfernung nicht bemerkt werden. Da kommen ihnen nun die ringsum abstehenden tauben Trichterblüten zu Hilfe, welche, mit prächtigem Azurblau geschmückt, weithin sichtbar sind und die Aufgabe haben, die Insekten für ihre fruchtbaren Nachbarblüten herbeizulocken. Diese überaus merkwürdige Teilung der Arbeit in der Blüte eines und desselben Köpfchens, wie sie an den Kornblumen vorkommt, findet sich übrigens auch an mehreren cymatischen Blütenständen, wie beispielsweise an dem Schneeballe (Viburnum Opulus) und den Hortensien (Hydrangaea Japonica, quercifolia &c.; s. Abbildung, S. 112, Fig. 8), allerdings nur an den Blütenständen der wild wachsenden Stöcke; denn der in den Gärten gepflegte Schneeball sowie jene Pflanze, welche von den Ziergärtnern gemeinhin Hortensie genannt wird, haben Blütenstände, deren sämtliche Blüten taub sind, und aus welchen daher keine Früchte hervorgehen können.

Während bei den zuletzt besprochenen Pflanzen die zur Anlockung der Insekten dienenden geschlechtslosen oder tauben Blüten am Umfange des köpfchenförmigen oder ebensträußigen Blütenstandes ausgebildet sind, trifft man bei mehreren Arten der mit den Hyazinthen verwandten Gattung Muscari (z. B. Muscari comosum und tenuifolium; s. Abbildung, S. 180, Fig. 8) am Scheitel des traubenförmigen Blütenstandes ein Büschel tauber Blüten an, welches durch seine lebhafte Farbe sehr auffällt und mit Rücksicht auf die tiefer stehenden, bei weitem weniger auffallenden fruchtbaren Blüten offenbar dieselbe Rolle spielt wie der Kranz der tauben Blüten an dem Köpfchen der Kornblume.

In jenen Fällen, wo die das Blütenköpfchen einhüllenden Stütz- oder Deckblätter die Anlockung der Insekten übernehmen und dem entsprechend weiß, gelb, rot oder blau gefärbt sind, ist jedes einzelne dieser Gebilde gewöhnlich von so geringem Umfange, daß es selbst aus geringer Entfernung nicht gesehen werden könnte, aber durch Häufung dieser kleinen Deckblättchen kann doch eine große Wirkung erzielt und selbst auf bedeutende Entfernung der ganze Blütenstand in Sicht gebracht werden. An den unter dem Namen Immortellen bekannten Arten der Gattung Helichrysum, so beispielsweise an der heiligen Blume, welche die griechischen Wallfahrer vom Berge Athos mitbringen (Helichrysum virgineum), an dem zierlichen, die Gipfel der korsischen Hochgebirge schmückenden Helichrysum frigidum, an den auf Sandheiden in der Rheinebene heimischen gelbköpfigen Helichrysum arenarium und an den zahlreichen, über die felsigen Höhen des Kaplandes verbreiteten Arten, von welchen eine, nämlich Helichrysum eximium, auf der Tafel bei S. 185 abgebildet ist, sind die trockenhäutigen, das Blütenköpfchen umhüllenden Schuppen schneeweiß, goldgelb oder rosenrot gefärbt. Vereinzelt würden diese Schuppen ihrer Kleinheit wegen kaum bemerkt werden; zu Hunderten aneinander gereiht und zu schuppigen Hüllkelchen geordnet, lenken sie schon von fern die Aufmerksamkeit auf die von ihnen eingehüllten unscheinbaren honigführenden Blüten. Begreiflicherweise wird die Wirkung der schuppigen farbigen Hüllkelche noch wesentlich erhöht, wenn die von ihnen eingerahmten Blütenköpfchen zu Hunderten nebeneinander stehen und zu dichten Büscheln und Knäueln vereinigt sind. So kann es geschehen, daß Blütenstände, deren einzelne Teile nur wenige Millimeter Ausmaß zeigen, auf mehrere hundert Schritt Entfernung noch deutlich gesehen werden können. Ein sehr lehrreiches Beispiel bilden in dieser Beziehung die in Neuseeland auf Berghöhen von 1200 bis 2000 m heimischen Haastien (Haastia pulvinaris und Sinklairii), von welchen eine nach der Natur angefertigte Abbildung auf S. 184 eingeschaltet ist. Die zahllosen Blütenköpfchen sind an dieser Pflanze zu halbkugeligen Massen zusammengeballt, welche die Höhe von $^1/_2$ m und den Durchmesser von 1 m erreichen. Sowohl die schuppigen Hüllen als auch die Blüten haben eine weißliche Farbe, und da diese Haastien an Stellen der Bergabhänge

wachsen, wo das dunkle Gestein und die dunkle Erde bloßliegt, so heben sie sich um so besser von der Unterlage ab. Es kommt nicht selten vor, daß die Kolonisten die von ihnen „vegetable sheep“ genannten Haastien aus der Ferne für verlaufene Schafe halten, weite Wanderungen ausführen, um die vermeintlichen Flüchtlinge zur Herde zurückzubringen, und erst in nächster Nähe zu ihrem Verdrusse den wahren Sachverhalt erkennen.

Auf eine seltsame Weise sind die Deckblätter mehrerer im mittelländischen Florengebiete heimischen Lavendel- und Salbeiarten (Lavandula pedunculata, Stoechas, Salvia viridis 2c.) zu Anlockungsmitteln ausgebildet. Die untere Hälfte der Ähre trägt bei diesen



Zwei neuseeländische Haastien (Haastia pulvinaris und Sinklairii), von den englischen Kolonisten in Neuseeland „vegetable sheep“ genannt. Vgl. Text, S. 183.

Pflanzen Blütenbüschel, welche über unscheinbare kleine Deckblätter vorragen, an der Spitze der Ähre sind dagegen die Blüten nicht zur Entwickelung gekommen, aber hier erscheinen die Deckblätter vergrößert, lebhaft gefärbt, zu einem Schopfe zusammengedrängt und nehmen sich da oben gerade so aus wie blaue oder rote Fahnen, welche man auf dem Giebel eines Gebäudes aufgesteckt hat (s. Abbildung, S. 180, Fig. 4).

Die Pflanzen, welche bisher als Beispiele gewählt wurden, um die Bedeutung der Farbe in der Blütenregion, sei es nun an der Blüte selbst oder an den Deckblättern derselben, zu erklären, weisen dort immer nur einen von dem Grün des Laubes abstechenden Farbenton auf, d. h. die ganze Blüte, der ganze Blütenstand oder die ganze Gruppe der Deckblätter erscheint von einiger Entfernung nur weiß, nur gelb, nur rot, nur violett oder nur blau und hebt sich mittels dieser Farbe in auffallender Weise von der Umgebung ab. Sehr häufig wird aber der Farbenkontrast nicht durch eine, sondern durch zwei oder drei im Bereiche der Blüten entwickelte Farben erreicht. In den Blüten mehrerer



IMMORTELLEN UND KRISTALLKRÄUTER der Kapflora.

[Zur Tafel: »Immortellen und Kristallkräuter der Kapflora «.]

Helichrysum eximium

Mesembryanthemum formosum

Mesembryanthemum muricatum

Weidenröschen (z. B. Epilobium hirsutum und montanum) erscheint ein aus den Narben gebildetes weißes Kreuz im roten Felde, in jenen der Einbeere (Paris quadrifolia) stehen um den dunkelvioletten großen Fruchtknoten dottergelbe Antheren im Kreise herum. In der Mitte der Blüten des Boretsch (Borago officinalis) erhebt sich ein schwarzer Antherenkegel auf blauem Sterne, in jenen des Bittersüß (Solanum Dulcamara) sowie der Kartoffelpflanze ein gelber Antherenkegel auf violettem Sterne; in den Blüten des Tausendschön (Adonis flammea, aestivalis, autumnalis) bilden die zahlreichen schwarzen Antheren ein dunkles Zentrum auf rotem Grunde, in jenen des Sperrkrautes (Polemonium coeruleum) ein orangefarbiges Zentrum auf blauem Grunde, in jenen des Leberkrautes (Hepatica) einen weißen Mittelpunkt auf blauem Grunde, und in den Blüten mehrerer Königskerzen (Verbascum austriacum, nigrum) sieht man violett behaarte Staubfäden, welche von der hellgelben Korolle und den orangefarbigen Antheren kontrastieren. Die dunkelvioletten Blumenblätter des zweiblütigen Steinbrechs (Saxifraga biflora) umranden ein goldgelbes Mittelfeld, und in den Blüten der im Kaplande so häufigen Kristallkräuter (Mesembryanthemum), von welchen zwei Arten auf beigehefteter Tafel „Immortellen und Kristallkräuter der Kapflora" abgebildet sind, wird das aus den gehäuften Antheren gebildete gelbe Mittelfeld von einer großen Menge roter schmaler, strahlenförmig gruppierter Kronenblätter eingefaßt.



Farbenkontrast in den Blüten der Bohne (Vicia Faba). Die Flügel der schmetterlingsartigen weißlichen Blumenkrone mit großen schwarzen Augenflecken geziert.

In allen diesen Fällen heben sich die Narben und Pollenblätter von den Blumenblättern ab; es kommt aber auch vor, daß die Blumenblätter selbst die Träger der abstechenden Farben sind, wie z. B. an den Blüten der Victoria regia, deren äußere Kronenblätter weiß, deren innere karminrot gefärbt sind (s. die Abbildung auf der Tafel bei S. 181). An Schmetterlingsblüten wird sehr häufig beobachtet, daß das nach aufwärts gebogene Kronenblatt, das man die Fahne nennt, eine andre Farbe besitzt als das sogenannte Schiffchen und die Flügel. Als Beispiele mögen die Wicken und Platterbsen: Vicia picta, Lathyrus odoratus, Baptisia australis angeführt sein. Besonders auffallend sind jene Schmetterlingsblüten, an welchen die beiden seitlichen Flügel dunkelviolett oder fast schwarz gefärbt sind und sich wie zwei dunkle Augen unterhalb der hellen Fahne ausnehmen (z. B. bei Vicia Barbazetae, melanops und Faba; s. obenstehende Abbildung). An tausenden verschiedener Blüten sind die Blumenblätter mit Makeln, Sprenkeln, Bändern, Streifen

und Säumen bemalt und die abstechendsten Farben nebeneinander gesetzt. Die weißen Perigonblätter der Frühlingsknotenblume (Leucojum vernum; s. S. 166, Fig. 1) tragen dicht unter der Spitze einen grünen Makel, die scharlachrote Fahne der Schmetterlingsblüte von Clianthus Dampieri trägt in der Mitte einen schwarzvioletten Augenfleck, die orangegelben Zungenblüten der Gorteria ringens haben an der Basis einen schwarzen Makel, in welchem weiße Streifen und Punkte eingesprengt sind, die zarten Perigone des Sisyrinchum anceps erscheinen oben blau oder violett, am Grunde gelb oder orange gefärbt, die weißen Nebenkronen der Narzisse (Narcissus poëticus; s. untenstehende Abbildung) sind mit einem zinnoberroten Saume eingefaßt, und an den blauen Blüten des Vergißmeinnichts (Myosotis) ist die Mündung der kurzen Röhre mit einem gelben schwieligen Ringe umrandet. Noch möchte ich hier auf jene Pflanzen aufmerksam machen, welche mit Rücksicht auf die Farben ihrer Blumen den Namen „tricolor“ erhalten haben, wie z. B. der dreifarbige Windling (Convolvulus tricolor), das Stiefmütterchen (Viola tricolor) und die dreifarbige Wicke (Vicia tricolor).



Narzisse (Narcissus poëticus); die Nebenkrone in der Mitte der Blume ist von einem zinnoberroten (in der Abbildung schwarzen) Saume eingefaßt.

Bisweilen haben die von der Grundfarbe der Blumen sich abhebenden Makel, Punkte und Streifen die besondere Aufgabe, den angeflogenen Insekten den bequemsten und zugleich auch für die Pflanze selbst vorteilhaftesten Zugang zum Honig zu weisen, worauf später noch ausführlicher die Rede kommen wird, aber es war zu weit gegangen, wenn man seiner Zeit alle derlei Flecken als Wegweiser gedeutet und „Saftmale“ genannt hat. Sie finden sich nämlich oft genug in Blüten, denen der Honig gänzlich fehlt, wie beispielsweise in jenen des Hibiscus Trionum und des Garten- und Klatschmohnes (Papaver somniferum und Rhoeas), wo ihnen wohl nur die Bedeutung zukommen kann, die Blüten auffallender zu machen. Es ist hier auch der Thatsache zu gedenken, daß Blüten mit fein punktierten Blumenblättern besonders gern, ja fast ausschließlich von Fliegen aufgesucht werden. Mehrere Orchideen und Lippenblütler, insbesondere aber viele Steinbreche (Saxifraga Aizoon, aizoides, bryoides, rotundifolia, stellaris, sarmentosa ꝛc.), sind hierfür sehr lehrreiche Beispiele. In welchem Zusammenhange die gelben, roten und violetten Punkte, die bei einigen Arten im Laufe der Blütezeit mitunter auch ihre Farben wechseln, mit dem Besuche der Fliegen stehen, ist freilich unaufgeklärt. So viel ist gewiß, daß durch die winzigen roten und gelben Pünktchen, welche sich auf den Blumenblättern der genannten Steinbreche finden, die Sichtbarkeit und Auffälligkeit derselben für das menschliche Auge nicht erhöht wird.

Ein recht greller Farbenkontrast wird dadurch erreicht, daß die Blumenkronen andre Farben haben als die nebenan ausgebreiteten Deckblätter und Kelchblätter. In dieser Beziehung sind insbesondere erwähnenswert die Blüten des Acanthus, deren oberes Kelchblatt violett und deren darunter gestellte Kronenblätter weiß gefärbt sind, jene des Clerodendron sanguineum mit weißen Kelchen und blutroten Kronenblättern, ebenso die Blütenstände mehrerer Arten des Wachtelweizens (Melampyrum arvense, grandiflorum,

nemorosum), deren Blüten gelb, deren Deckblätter blau, violett oder rot erscheinen, endlich auch einige Arten der Gattung Gliedkraut (Sideritis montana, Romana), deren schwarzbraune kleine Blumenkronen sich als dunkle Punkte von den gelben Deckblättern abheben.

In den Köpfchen der Korbblütler, deren Blüten dicht gedrängt beisammenstehen, zeigen die Blüten des Umfanges meistens eine andre Farbe als jene des Mittelfeldes. Die Orakelblume (Leucanthemum vulgare), deren gelbe Scheibenblüten von weißen, das Pyrethrum carneum, dessen gelbe Scheibenblüten von roten, die Rudbeckien und Teufelsaugen (Rudbeckia laciniata, fulgens, Zinnia hybrida ꝛc.), deren schwarzbraune Scheibenblüten von gelben, und vor allem die zahlreichen Astern, deren gelbe Scheibenblüten von blauen Strahlenblüten eingefaßt sind, können als Beispiele für diese häufige Art des Farbenkontrastes angeführt werden.

Oftmals wird der Farbenkontrast auch dadurch erreicht, daß die Blumenkronen in den verschiedenen Entwickelungsstufen ihre Farbe wechseln. Im Knospenzustande sind sie rot, nach dem Öffnen werden sie violett, dann zur Zeit des Verblühens werden sie blau oder malachitgrün. Stehen solche Blüten gehäuft beisammen, so ist mitunter ein sehr wirksamer Farbenkontrast erzielt. Besonders bemerkenswert sind in dieser Beziehung die Walderbsen (z. B. Orobus vernus und Venetus), dann mehrere zu den verschiedensten Gattungen gehörige rauhblätterige Pflanzen (z. B. Pulmonaria officinalis, Mertensia Sibirica, Symphitum Tauricum) und auch einige Weiden (z. B. Salix purpurea, repens. Myrsinites), an welch letztern die gehäuften Antheren anfänglich purpurrot, dann gelb und endlich schwarz erscheinen. Die Röhrenblüten des flachen, scheibenförmigen Köpfchens der Telekia (Telekia speciosa) sind anfänglich gelb und werden später braun, und da das Aufblühen vom Umfange des Köpfchens gegen den Mittelpunkt erfolgt, so sieht man zur Zeit der vollen Blüte das gelbe Mittelfeld von einem dunkelbraunen Ringe eingefaßt. An mehreren Arten des Klees (Trifolium) beobachtet man, daß die am Ende der Blütezeit verfärbten Blumenkronen nicht abfallen, sondern welken und vertrocknen und dann als ein Mantel die kleine Frucht einhüllen. Die Stiele der zu köpfchenförmigen Dolden gruppierten Blüten schlagen sich bei ihnen stets nach abwärts und ordnen sich zu einem Kranze, welcher die darüber stehenden aufrechten und anders gefärbten jüngern Blüten einfaßt. So sind bei dem Bastardklee (Trifolium hybridum) die dicht zusammengedrängten, aufrechten, jungen weißen Blüten von einem Kranze alter, herabgeschlagener rosenroter Blüten eingefaßt, bei Trifolium spadiceum sieht man das aus den jungen Blüten gebildete hellgelbe Mittelfeld von einer Zone kastanienbrauner alter Blüten umgeben, wodurch ein sehr auffallender Farbenkontrast hervorgebracht wird (s. Abbildung, S. 180, Fig. 9).

Ungemein mannigfaltig sind auch die Kontraste in den Dolbentrauben der kleinblütigen Schotengewächse. Dieselben werden zum Teile durch verschiedene Farbenwechsel während des Auf- und Abblühens, zum Teile durch die Vergrößerung, welche die Kronenblätter und zwar merkwürdigerweise erst nach dem Verblühen erfahren, veranlaßt. Bei einer Gruppe dieser Schotengewächse, für welche das Frühlingshungerblümchen, das rundfrüchtige Täschelkraut und die ägyptische Lobularie (Draba verna, Thlaspi rotundatum, Lobularia numularifolia; s. Abbildung, S. 180, Fig. 1, 2 und 3) als Vorbild dienen können, vergrößern sich die anfänglich sehr kleinen weißen Blättchen der Krone um das Doppelte ihrer Länge und schmiegen sich der Breitseite des inzwischen sehr vergrößerten und braun oder violett gewordenen Fruchtknotens an. Die mit den schneeweißen Blumenblättern wie beklebten, zu jungen Früchten anwachsenden Fruchtknoten bilden dann ähnlich wie bei den früher besprochenen Kleearten einen Kranz um die jüngern weißlichen Blüten sowie um die mittelständigen grünen Knospen, was zur Folge hat, daß der ganze Blütenstand nun recht in die Augen fällt, obschon die Blättchen der Krone zur Zeit der vollen Blüte klein und unscheinbar sind.

Bei einer zweiten Gruppe der Schotengewächse, für welche das nach Knoblauch riechende Täschelkraut (Thlaspi alliaceum) und das auf Äckern als Unkraut häufig vorkommende Pfennigkraut (Thlaspi arvense) als Beispiele gewählt sein mögen, verfärben sich die zu Früchten auswachsenden Fruchtknoten nur ganz wenig, dagegen wandelt sich das Grün der Kelchblätter an den alternden Blüten in Gelb, und so erscheinen dann in jeder Doldentraube die Farben Weiß, Gelb und Grün in buntem Durcheinander zusammengestellt. Eine dritte Gruppe, für welche Alyssum calycinum, Draba aizoides und Arabis coerulea als Vorbild zu gelten haben, ist dadurch gekennzeichnet, daß nach dem Abblühen nicht die Kelchblätter, sondern die Kronenblätter sich verfärben. Die Kronenblätter vom Draba aizoides und Alyssum calycinum, welche während des Blühens goldgelb waren, werden weißlich und schmiegen sich den grünen jungen Früchtchen an; die Kronenblätter der Arabis coerulea sind im Beginne der Blütezeit blau, verbleichen aber später und legen sich platt auf die jungen Früchte, welche inzwischen einen violetten Farbenton bekommen haben. In der ersten, zweiten und dritten Gruppe dient die Breitseite des zur Frucht anwachsenden Fruchtknotens den nach dem Verblühen sich vergrößernden hellen Blumenblättchen zur Folie, und es wird dadurch ein Scheckigwerden des ganzen Blütenstandes veranlaßt. Bei einer vierten Gruppe, für welche die Steinkresse (Aethionema) als Vorbild gelten kann, werden die jungen Früchte von den sich vergrößernden Blumenblättchen gänzlich verhüllt und sind demnach für den Farbenkontrast ohne Bedeutung. Dieser wird bei der Steinkresse in nachfolgender eigentümlicher Weise erreicht. Die jungen Blüten sitzen an aufrechten kurzen Stielen am Ende einer gemeinsamen Spindel beisammen, und ihre ausgebreiteten kleinen Kronenblätter wenden dem Beschauer sämtlich die obere Seite zu. Nach dem Abblühen verlängern sich die Stiele, neigen sich seitwärts und stehen wagerecht von der Spindel des ganzen Blütenstandes ab. Noch immer wachsen die Kronenblätter in die Länge und Breite, legen sich wie die Blätter eines Buches aufeinander und wenden nun dem Beschauer jene Seite zu, welche früher nach unten gekehrt war. Da aber die obere und untere Seite der Kronenblätter verschieden gefärbt sind, so kommt es, daß nun die jungen im Mittelfelde der Doldentraube zusammengedrängten Blüten eine andre Farbe zeigen als die am Rande stehenden alten, von welchen das Mittelfeld eingefaßt wird. Am schönsten kommt diese Erscheinung zum Ausdrucke bei den im Taurus heimischen Arten der genannten Gattung (Aethionema grandiflorum und diastrophis), an welchen das weiße Mittelfeld der Doldentraube von einem schönen roten Kranze aus alten zusammengefalteten Blüten eingerahmt wird. Die Arten der Gattung Schaumkraut (Cardamine), welche zusammen mit mehreren andern Schotengewächsen die fünfte Gruppe bilden, stimmen, was die Vergrößerung und das Zusammenlegen der Kronenblätter anlangt, mit den eben geschilderten Arten der Steinkresse überein, nur wird bei ihnen der in Rede stehende Kontrast nicht durch den Gegensatz der Farbe an der obern und untern Seite der Kronenblätter, sondern durch einen Farbenwechsel der Kelchblätter hervorgebracht. Die anfänglich grünen Kelchblätter färben sich nämlich an den alten, seitlich geneigten Blüten gelb, während die Farbe der Kronenblätter unverändert weiß oder violett bleibt. An den Blüten der sechsten Gruppe endlich, für welche die auf S. 180, Fig. 14 abgebildete Kernera saxatilis als Beispiel dienen mag, legen sich die Kronenblätter der alten Blüten nicht zusammen, schmiegen sich auch nicht dem Fruchtknoten an, sondern erhalten sich in jener Lage, welche sie im Beginne des Blühens innehalten, d. h. sie wenden dem Beschauer zu allen Zeiten die obere Seite zu. Aber wie die Blüten altern, schwillt der Fruchtknoten mächtig an, färbt sich dunkel purpurbraun und schiebt sich zwischen die Kronenblätter vor. Die Kronenblätter, welche sich an den alten Blüten deutlich vergrößert haben, bilden nun eine weiße Einfassung des purpurbraunen Fruchtknotens, und so erhalten die alten Blüten am Umfange der Doldentraube ein gesprenkeltes auffälliges Aussehen.



Es ist hier am Platze, auch jenes Farbenkontrastes zu gedenken, welcher zwischen verschiedenen Pflanzenarten zur Geltung kommt, welche an gleichen Standorten wachsen und zu gleicher Zeit die Blüten entfalten. Wenn auf einer Wiese Tausende von blauen Glocken der Campanula barbata stehen, so werden die zwischen ihnen aufragenden orangefarbigen Sterne des Wohlverleih (Arnica montana) viel mehr auffallen, als wenn jene blauen Glockenblumen nicht vorhanden wären. Dasselbe gilt auch umgekehrt von der Glockenblume, deren blaue Farbe durch die Gegenwart der orangefarbigen Sterne des Wohlverleih wesentlich gehoben wird. Es liegt nahe, anzunehmen, daß das so häufig beobachtete gesellige Wachstum von Pflanzen mit kontrastierenden Farben in der hier angedeuteten Weise begründet ist, und es dürfte sich auch noch eine andre Erscheinung, nämlich das Wechseln der Blütenfarbe an einer und derselben Art in verschiedenen Gegenden, aus dem für die betreffenden Pflanzenarten so vorteilhaften Farbenkontraste erklären. Gesetzt den Fall, es würde sich auf einer Wiese, wo im Sommer eine mit roten Blüten geschmückte Pflanze, etwa eine Nelke, in großer Menge vorkommt, eine blaue Glockenblume angesiedelt haben. Einige Stöcke derselben tragen, wie es bei Glockenblumen nicht gerade selten vorkommt, weiße Blüten. Ohne Zweifel werden sich von den roten Nelken diese weißen Glockenblumen besser abheben als die blauen, und es haben dieselben auch mehr Aussicht, von Insekten besucht zu werden und zur Frucht- und Samenbildung zu kommen als die blauen. Mit der Zeit werden die weißen Glockenblumen in überwiegender Zahl vorhanden sein, und auf der Wiese werden zwischen den Nelken mit roten Blüten vorherrschend Glockenblumen mit weißen Blüten wachsen. Würde sich dieselbe Glockenblume auf einer Wiese angesiedelt haben, auf welcher Pflanzen mit orangegelben Blüten in großer Menge wachsen, so würden nicht die weißblütigen, sondern die blaublühenden Stöcke als die besser in die Augen fallenden von Insekten besucht werden, sich vermehren und schließlich auch vorherrschen.

In der Umgebung des Brenners trägt die nesselblütige Glockenblume (Campanula Trachelium) weiße, in den Thälern der östlichen Kalkalpen blaue Blüten, das langspornige Veilchen (Viola calcarata) zeigt auf den Wiesen der Hochgebirge in den westlichen Zentralalpen blaue, in den östlichen Alpen in Krain gelbe Blumenkronen. Astragalus vesicarius blüht im tirolischen Vintschgau gelb, auf den Kalkbergen in Ungarn violett, Melittis Melissophyllum trifft man in Südtirol nur mit weißen, in Niederösterreich und Ungarn nur mit weißpurpurnen Blüten. Der Alpenmohn (Papaver alpinum) erscheint auf den Schutthalden der niederösterreichischen und steirischen Kalkalpen mit weißen, auf denen der südöstlichen Kalkalpen in Krain mit dunkelgelben Blumen; Anacamptis pyramidalis wurde an der Nordseite der Alpen nur mit tief karminroten Blumen gesehen, auf den dalmatinischen Inseln und in Italien zeigt sie bleiche, fleischfarbige Blumen. Das Alpenwindröschen (Anemone alpina) blüht auf den tirolischen Zentralalpen vorherrschend schwefelgelb, in den östlichen Kalkalpen nur weiß, der kammährige Wachtelweizen (Melampyrum cristatum) zeigt in Südtirol blaßgelbe, in Niederösterreich und Ungarn rote Deckblätter der Blütenähren, und so könnte noch eine lange Reihe von Arten aufgezählt werden, bei welchen es sich ähnlich verhält, wo nämlich in verschiedenen Gegenden entsprechend der wechselnden Gesellschaft und dem wechselnden Zusammenkommen mit andern Pflanzen bald diese, bald jene Blütenfarbe vorteilhafter ist und vorherrschend wurde.

In den bisherigen, die Blütenfarbe betreffenden Erörterungen wurde stets die grüne Farbe als diejenige angesehen, welche den Untergrund und Hintergrund bildet, von dem sich die andern Farben und Farbenverbindungen abheben müssen, wenn sie von den anfliegenden Tieren gut gesehen werden sollen. In der That ist ja auch der Grundton der Pflanzendecke während der Vegetationszeit meistenteils grün. In den Landschaften aber, wo im Herbste die Bäume und Sträucher das Laub abwerfen, und wo sich den Winter und auch

noch den Frühling hindurch im Waldgrunde und am Waldrande eine Schicht dürren braunen Laubes aufspeichert, wo im Herbste auch die Gräser und Kräuter der Wiesen welken und verbleichen, ist im darauf folgenden Lenze der Grundton des mit Pflanzen bekleideten Bodens nicht mehr grün, sondern fahlgelb oder braun, und auf solchem Boden werden sich begreiflicherweise auch die Farbenkontraste etwas anders gestalten. Von einem braungelben Grunde heben sich die blauen Farben jedenfalls weit besser ab als von einer grünen Folie, und damit mag es zusammenhängen, daß die Blüten so vieler Pflanzen, welche sich im Frühlinge über das dürre Laub emporbrängen, blau gefärbt sind. Die Blüten des im Grunde lichter Gehölze wachsenden Leberblümchens (Hepatica triloba) heben sich mit ihrer blauen Farbe von dem gelbbraunen Hasel- und Hainbuchenlaube vortrefflich ab, würden dagegen auf der grünen Wiese kaum in die Augen fallen. Auf dem Karste sieht man die blauen Blüten des Gedenkemeins (Omphalodes verna) schon auf 100 Schritt über dem fahlgelben, verdorrten Grase und Laube des Waldrandes, während sie auf grünem Boden, aus gleicher Entfernung gesehen, viel weniger deutlich hervortreten würden. Dasselbe gilt von den an ähnlichen Standorten wachsenden rauhblätterigen Pflanzen (Pulmonaria angustifolia, officinalis, Stiriaca, Lithospermum purpureocoeruleum), von dem Singrün (Vinca minor), der zweiblätterigen Meerzwiebel (Scilla bifolia) und noch mehreren andern.

Auch an jenen schattigen Plätzen des Waldes, wo sich weithin schwarzbrauner Humus aufgespeichert hat, werden andre Farbenkontraste zur Geltung kommen als auf dem grünen Untergrunde eines mit frischen Laubblättern überkleideten Bodens. Über dem dunkeln Moder in der Waldestiefe genügt die bleiche Farbe, wie sie die Nestwurz (Neottia), der Fichtenspargel (Monotropa), die Schuppenwurz (Lathraea) und andre Verwesungs- und Schmarotzerpflanzen zeigen, um aus der Entfernung gesehen werden zu können. Auf dem grünen Wiesenplane würden diese Gewächse kaum bemerkt werden.

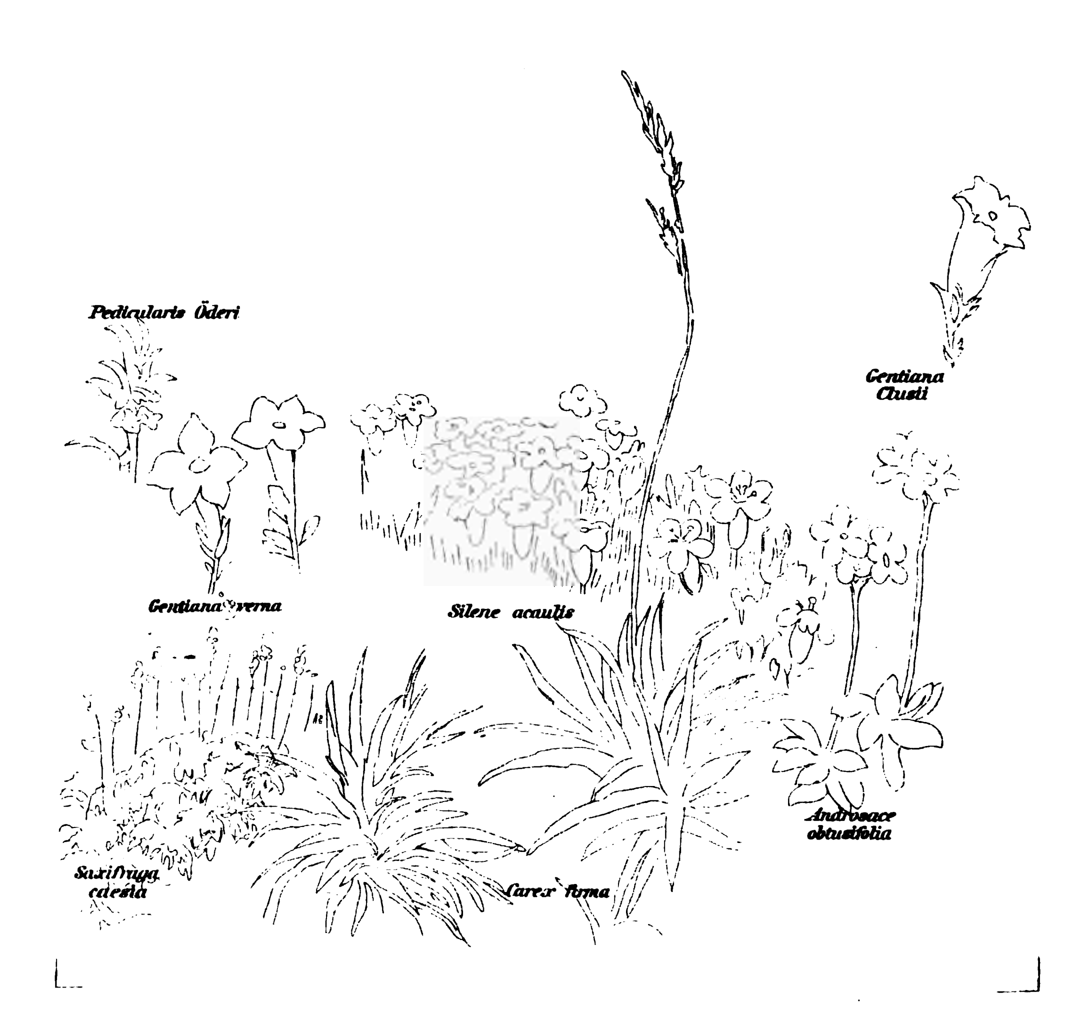
Die Zoologen behaupten, daß die Tiere, insonderheit jene, welche zu den Blüten anfliegen, um dort Honig und Pollen zu holen, ein hochentwickeltes Farbengefühl besitzen, daß die Besuche, welche den Blumen von seiten der Bienen, Hummeln, Falter, Fliegen und Käfer zu teil werden, von den Farben der Blüte wesentlich beeinflußt werden, daß verschiedene Tiere verschiedene Farben vorziehen, und daß es für bestimmte Insekten geradezu „Lustfarben“ und „Unlustfarben“ gebe. Die Lieblingsfarbe der Honigbiene z. B. ist ultraviolletthaltiges Blau; auch reines Blau und Violett wirken noch anziehend, Gelb wird weniger aufgesucht, ist aber nicht gemieden, gegen Grün verhalten sich die Bienen gleichgültig, Rot wird dagegen von ihnen verabscheut und gemieden und ist die Unlustfarbe der Bienen. Die Botaniker sind bei ihren Untersuchungen über die Beziehungen zwischen Blumen und Tieren im großen und ganzen zu ähnlichen Ergebnissen gelangt. Was insbesondere Blau und Violett anlangt, so ist es ganz richtig, daß diese Blütenfarben für Hummeln und Bienen, namentlich für die Honigbiene, als vorzügliche Anlockungsmittel wirken, was um so merkwürdiger ist, als, wie schon früher erwähnt wurde, blaue Blüten nicht zu den häufigsten zählen. Was Rot betrifft, so können wir das von den Zoologen gewonnene Resultat nur mit einer gewissen Einschränkung bestätigen. Blüten mit Purpurrot und Karminrot sowie mit allen weitern Abstufungen zu Violett werden von der Honigbiene sehr gern aufgesucht, und es können daher nur Scharlachrot, Zinnoberrot und die weitern Abstufungen zu Orange als Unlustfarben der Bienen angesehen werden.

Auf einem Gartenbeete dicht vor dem im Sommer von mir bewohnten Hause ist eine Gruppe des Pelargonium zonale gepflanzt, welches die Gärtner Skarlettpelargonium nennen; nebenan, nur durch die Breite eines Gehweges getrennt, wuchert der schmalblätterige

Weiderich (Epilobium angustifolium). Die scharlachroten Blüten des Pelargoniums und die violetten Blüten des Weiderichs öffnen sich zu gleicher Zeit. Bienen und Falter schwirren und flattern kreuz und quer über das Gelände, aber, wie sonderbar, die Falter machen bei beiden genannten Pflanzen Halt und schenken den Blüten des Weiderichs keine größere Aufmerksamkeit als jenen der Pelargonien; die Honigbienen aber fliegen an den scharlachroten Blüten teilnahmlos vorbei und wenden sich samt und sonders nur den violettroten Blüten des Weiderichs zu. Im Wiener botanischen Garten stehen dicht nebeneinander der blaublühende Ysop (Hyssopus officinalis), die blaß violett blühende Monarda fistulosa und die scharlachrot blühende Monarda didyma. Alle drei blühen zu gleicher Zeit um die Mitte des Monats Juli. Die Honigbienen kommen reichlich angeflogen, aber sie besuchen nur den Ysop und die violett blühende Monarde, die scharlachroten Blüten der Monarda didyma werden von ihnen gemieden. Ich sage hier ausdrücklich gemieden und nicht verabscheut, weil es fraglich ist, ob das Ausfallen des Bienenbesuchs bei den scharlachroten Blüten wirklich durch eine förmliche Scheu vor der Scharlachfarbe veranlaßt wird, und ob nicht vielmehr Farbenblindheit hierbei ins Spiel kommt, welche bekanntlich die Ursache ist, daß auch manche Menschen das Rot nicht sehen. Wenn wir annehmen, daß die Honigbiene die scharlachrote Farbe überhaupt nicht sieht, so wäre es auch begreiflich, daß sie den Blüten der Skarlettpelargonien und der scharlachroten Monarde keinen Besuch abstattet. Sie bemerkt diese Blüten nicht, weil ihrem Auge jene Nervenfasern abgehen, welche auf die scharlachrote Farbe gestimmt sind. Das schließt nicht aus, daß wieder andre Tiere diese Farbe gut sehen, ja daß für sie die scharlachrote Farbe sogar ein wichtiges, weithin wirkendes Anlockungsmittel ist. Zu den Blüten der Skarlettpelargonien kommen, wie schon erwähnt, ab und zu Falter angeflogen, die Monarda didyma wird von einer großen Hummel fleißig aufgesucht, und auch zu andern scharlachroten Blüten, zumal in den tropischen Landschaften, sieht man verschiedene Tiere anfliegen. Insbesondere wirken solche Blüten auf die Kolibris, ja es scheint sogar, daß diese nach Honig lüsternen kleinen Vögel ganz besonders gern den Scharlachblüten zufliegen. Vielleicht hängt es hiermit auch zusammen, daß die Pflanzen mit scharlachroten Blumen vorwaltend in jenen Gegenden verbreitet sind, wo die Kolibris ihre Heimat haben. Gewiß ist es auffallend, daß die scharlachrote Farbe in Asien und Europa, zumal in der alpinen, baltischen, pontischen und mittelländischen Flora, nur spärlich vertreten ist, daß dagegen in Amerika, zumal in Carolina, Texas, Mexiko, Westindien, Brasilien, Peru und Chile, eine ausnehmend große Zahl solcher Blüten vorkommt. In den zentralamerikanischen Urwäldern fällt jedem Besucher sofort die große Zahl der Schlinggewächse und Überpflanzen aus den Familien der Akanthaceen, Bignoniaceen, Bromeliaceen, Cyrtandreen und Gesneraceen auf, welche scharlachrote Blüten tragen, und von welchen hier als Beispiele nur Bignonia venusta, Lamprococcus miniatus, Pitcairnia flammea, Nemanthus Guilleminianus, Mitraria coccinea und Beloperone involucrata genannt sein mögen. In dem oben umgrenzten amerikanischen Gebiete ist ja auch die Heimat der Lobelien, Fuchsien und Begonien mit brennendroten Blumenkelchen (Lobelia cardinalis, fulgens, graminea, splendens, Texensis, Fuchsia coccinea, cylindria, fulgens, radicans, spectabilis, Begonia fuchsioides 2c.), der von den Kolibris umschwärmten, in Scharlach gekleideten Salbeiarten (Salvia coccinea, cardinalis), der verschiedenen zu den Skrofularineen gehörigen Arten der Gattung Alonsoa und Russelia, der merkwürdigen Erythrinen (Erythrina crista galli, herbacea, speciosa) und der Cäsalpineen aus der Gattung Amherstia und Brownea (Amherstia nobilis, Brownea coccinea und grandiceps), deren Blüten durchweg so gebaut sind, daß ihr Honig kaum anders als von schwebenden Kolibris gewonnen werden kann. Es bleibt weitern Beobachtungen in den tropischen Gebieten vorbehalten, zu ermitteln, ob es neben den Kolibris und Faltern nicht auch noch andre blumenbesuchende

Tiere, zumal Fliegen und Käfer, gibt, welche die scharlachroten Blüten sehen und auf sie anfliegen; denn gewisse Pflanzen, wie z. B. die brasilischen, mit einem großen scharlachroten Hüllblatte ausgestatteten Aroideen (Anthurium Scherzerianum, Andreanum und Lawrenceanum), entbehren des Honigs und sind weder auf Kolibris noch auf Falter berechnet.

Daß die scharlachroten Blüten von den am Abend und in der Nacht fliegenden Schwärmern, Eulen und Spannern nicht besucht werden, ist wohl selbstverständlich, denn mit beginnender Dämmerung werden die scharlachroten geradeso wie die purpurroten, violetten und blauen Blumen unsichtbar. Zu dieser Zeit können nur noch diejenigen Blumen gesehen werden, die an der dem Anfluge der Tiere zugewendeten Seite weiß oder blaßgelb gefärbt sind, wie beispielsweise die der Nachtkerzen (Oenothera), des Geißblattes (Lonicera Caprifolium), einiger Nyctagineen (z. B. Mirabilis longiflora), mehrerer Nachtschattengewächse (z. B. Nicotiana affinis, Datura Stramonium), zahlreicher Nelken aus der Gattung Silene (z. B. Silene nutans, longiflora, Saxifraga), verschiedener Arten von Yucca und Calonyction und vor allem die großblütigen mexikanischen Kakteen aus der Gattung Echinocactus und Cereus, von welchen die unter dem Namen „Königin der Nacht" bekannte Art Cereus nycticalus auf der Tafel in Band I, S. 601 abgebildet ist. Wenn mit beginnender Nacht auch dunkel gefärbte Blüten, wie z. B. jene von Hesperis tristis, Pelargonium triste und atrum, von Insekten aufgesucht werden, so ist das nicht das Verdienst der Farbe, sondern des Duftes der Blüten, worauf später noch die Rede kommen wird. Ohne Zweifel ist **Weiß** diejenige Farbe, welche nicht nur in der Dämmerung am besten gesehen, sondern auch am hellen Tage gut unterschieden und, soviel bekannt, auch von keinem einzigen blumenbesuchenden Tiere gemieden wird. Selbst solche Tiere, welche mit einem schlecht entwickelten Farbensinne begabt sind und vielleicht nur hell und dunkel unterscheiden, werden Weiß als die hellste aller Farben wahrzunehmen im stande sein. Blüten mit **Gelb** werden erfahrungsgemäß von pollensammelnden und pollenfressenden Insekten gern aufgesucht, was damit zusammenhängen mag, daß auch der Pollen meistenteils gelb gefärbt ist. Auf grünlichgelben und braungelben Blüten, wie z. B. auf jenen der Petersilie und des Pastinaks, der Aralien und des Epheus, des Ahorns und des Kreuzdornes, der Raute und des Perückenstrauches (Petroselium, Pastinaca, Aralia, Hedera, Acer, Rhamnus, Ruta, Rhus), finden sich besonders gern diejenigen Fliegen ein, welche sonst auf Strohdünger und anderm Unrate sich herumtreiben (z. B. Lucilia cornicina, Onesia sepulcralis, Sarcophaga carnaria, Scatophaga stercoraria). Man hat diese Erscheinung aus der Ähnlichkeit der genannten Blütenfarben mit der Farbe des Düngers und Kotes zu erklären versucht. Dunkles **Braun** muß eine besondere Zugkraft auf Wespen ausüben; den braunen Blüten, zumal solchen, deren Farbenton an den von faulenden Birnen und anderm Obste erinnert, fliegen die Wespen mit großer Hast zu und lassen dabei andre für unsre Augen weit auffallendere Farben unbeachtet. Wenn an den Blüten neben Braun auch noch blasses, fahles Rot und schmutziges Violett vorkommt, sich somit jene Farbenzusammenstellung zeigt, welche an faulendem Fleische und an Leichen auftritt, und wenn solche Blüten auch durch ihren Duft an einen Kadaver erinnern, so werden sie immer von Aasfliegen und Aaskäfern reichlich besucht. Man könnte glauben, daß der Duft allein schon zur Anlockung dieser Insekten genügen würde, es muß aber doch wohl anders sein; denn sonst wäre es nicht begreiflich, warum die verschiedenen nach Aas duftenden Aristolochien, Stapelien, Rafflesien und Balanophoreen neben dem Dufte auch noch die Farben des Aases an sich tragen. Wieviel bei dieser Anlockung auf Rechnung der Farbe, wieviel auf Rechnung des Duftes kommt, ist freilich schwer zu entscheiden, und es wäre verfrüht, schon jetzt hierüber ein endgültiges Urteil abzugeben. Es ist hier überhaupt die Bemerkung einzuschalten, daß die zuletzt mitgeteilten Angaben nicht so hingenommen werden dürfen, als wären sie sämtlich über allen Zweifel erhaben.


Pedicularis Öderi
Gentiana Clusii
Gentiana verna
Silene acaulis
Androsace obtusifolia
Saxifraga caesia
Carex firma

Die Untersuchungen über diese Fragen sind sehr schwierig, und der Fehlerquellen gibt es so viele, daß die bisherigen Ergebnisse über kurz oder lang manche Berichtigung erfahren dürften. Diese Bedenken dürfen aber anderseits auch nicht so aufgefaßt werden, als wäre dem, was bisher ermittelt wurde, aller Wert abzusprechen. Das eine ist ja mit Sicherheit festgestellt, daß die einen Blütenfarben von diesen, die andern von jenen Tieren bevorzugt werden, und daß das Fehlen oder Vorkommen, das Zurücktreten oder Vorherrschen einzelner Blütenfarben mit den gleichen Erscheinungen in der Tierwelt in Parallele zu stellen ist.

Höchst wahrscheinlich steht auch das in mehreren Florengebieten beobachtete Vorherrschen bestimmter Blütenfarben in verschiedenen Jahreszeiten insofern mit der Tierwelt im Zusammenhange, daß im Frühlinge andre Insekten fliegen als im Sommer und im Sommer wieder andre als im Herbste. Für das Gebiet der baltischen Flora wurde durch Kurvenzeichnung ermittelt, daß im April und Mai die weiße Blütenfarbe vorherrscht, und daß von dem Höhepunkte im Mai die Kurve des Weiß allmählich bis zu dem tiefsten Stande im Spätherbste herabsinkt. Die gelbe Blütenfarbe erreicht einen ersten Höhepunkt im Mai, tritt im Laufe des Sommers etwas zurück und gelangt im Oktober noch zu einem zweiten Höhepunkte. Die Kurve der roten Blütenfarbe hält im ersten Frühlinge einen niedern Stand ein, erhebt sich dann gleichmäßig den Sommer hindurch und erreicht ihren Höhepunkt im September. Die Kurven von Violett und Blau zeigen zwar während der ganzen Vegetationszeit keine großen Schwankungen, doch sind auch an ihnen, ähnlich wie bei Gelb, zwei Höhepunkte zu bemerken, von welchen einer in den Frühling, der andre in den Herbst fällt.

Dieser zeitliche Wechsel der vorherrschenden Blütenfarbe hat übrigens nur für die baltische Flora Gültigkeit; schon in der angrenzenden mittelländischen Flora weicht der Verlauf der Farbenkurven etwas ab, und noch größer scheinen die Abweichungen in den unter gleicher Breite in Nordamerika entwickelten Floren zu sein. In der alpinen Flora kann von dem Vorherrschen bestimmter Blütenfarben im Laufe der Vegetationszeit überhaupt keine Rede sein. Auf den Höhen über der Baumgrenze gibt es eigentlich keinen Frühling und keinen Herbst; es besteht dort nur ein kurzer Sommer, der auf den langen Winter folgt, und es müssen sich alle Pflanzen sputen, in dieser eng bemessenen Zeit zur Blüte zu kommen, sowie dort auch blumenbesuchende Tiere in der kurzen schneefreien Periode fliegen müssen, wenn sie nicht verhungern wollen. Kaum ist der Schnee abgeschmolzen, so kommen nahezu gleichzeitig die violetten Glöckchen der Soldanellen und die goldigen Blüten der Fingerkräuter (Soldanella und Potentilla), die weißen Hahnenfüße und Mannsschilde und die roten Nelken und Primeln (Ranunculus alpestris, Androsace obtusifolia, Silene acaulis, Primula minima), die blauen Gentianen und die gelben Aurikeln (Gentiana acaulis, verna, Primula Auricula), das himmelblaue Vergißmeinnicht und das gelbe Veilchen (Myosotis alpestris, Viola biflora), desgleichen die in allen Farben gekleideten Steinbreche zur Blüte. Wer die mannigfaltigen Blüten überblickt, welche die von E. Heyn unter meiner Führung getreulich nach der Natur abgebildete und auf der hier beigehefteten Tafel „Alpiner Wasen auf dem Blaser in Tirol" dargestellte Pflanzengruppe zeigt, der findet sofort heraus, daß da alle Farben vertreten sind. Weiß und Rot, Gelb und Blau, Braun und Grün stehen da in buntem Gemenge auf der Fläche von der Breite einer Hand dicht beisammen. Auch die Bienen, Hummeln, Fliegen und Falter, welche auf den Honig und Pollen dieser Blüten angewiesen sind, kann man in der alpinen Region gleichzeitig fliegen sehen. Wenn sich das eine oder andre dieser Tiere verspätet, so ist dadurch wegen der Kürze der Vegetationszeit sogar seine Existenz gefährdet; denn wenn nicht zufällig in irgend einer Grube, wo der hoch aufgeschichtete Winterschnee längere Zeit sich erhalten hat, verspätete Blüten zur Entfaltung kommen, so ist das Tier der Gefahr ausgesetzt, an Nahrungsmangel zu Grunde zu gehen.

Der Blütenduft als Lockmittel für Insekten und andre Tiere.

Gleichwie die Farbe, zeigt auch der Duft der Pflanzen die merkwürdigsten Beziehungen zur Tierwelt. Der von dem Laube, den Stengeln und Wurzeln ausgehende Duft dient, wie an andrer Stelle (Band I, S. 400 und 419) ausgeführt wurde, vorwaltend der Abhaltung und Abschreckung der Pflanzenfresser, der von den Blüten entwickelte Duft dagegen hat die Bedeutung der Anlockung von solchen Tieren, welche bei Gelegenheit ihrer Besuche den Pollen von Blüte zu Blüte, von Stock zu Stock übertragen und dadurch den betreffenden Pflanzen einen wichtigen Dienst erweisen. In der Aurikel (Primula Auricula), dem Waldmeister (Asperula odorata), der Raute (Ruta graveolens) und dem Lavendel (Lavandula vera) haben Blüten- und Laubblätter den gleichen Duft, und hier werden durch einen und denselben Stoff die honig- und pollensuchenden Insekten zu den Blüten gelockt und zugleich das Laub und die Blüten vor dem Abgefressenwerden gegen die weidenden Tiere geschützt. Eine solche gleichmäßige Verbreitung der duftenden Stoffe über die verschiedensten Teile derselben Pflanze ist aber verhältnismäßig selten; weit häufiger kommt es vor, daß der Duft der Blüten von jenem des Laubes abweicht. So entwickeln z. B. die Lauche (Allium Chamaemoly, Sibiricum, suaveolens) in ihren Blüten Honigduft, welcher Insekten zum Besuche herbeiführt, die Laubblätter dagegen haben einen starken Lauchgeruch, welcher die weidenden Tiere fern hält. Auch an den meisten Doldenpflanzen haben die Blüten einen andern Duft als die Laubblätter, Stengel und Wurzeln. Die Laubblätter der auf der Tafel in Band I, S. 703 abgebildeten Sumbulstaude (Euryangium Sumbul) duften nach Moschus, der Wurzel des Korianders (Coriandrum sativum) entströmt ein abscheulicher anwidernder Wanzenduft, und das Kraut des gefleckten Schierlinges (Conium maculatum) besitzt einen abstoßenden Mäuseduft. Und doch haben die Blüten dieser drei Doldengewächse gemeinsam einen zarten Honigduft, welcher Insekten zum Besuche anlockt.

Wenn hier von Mäuseduft und Wanzenduft gesprochen wird, so mag das den Leser im ersten Augenblicke einigermaßen befremden. Gemeinhin werden nämlich alle durch das Geruchsorgan wahrgenommenen Stoffe unter dem Namen Gerüche zusammengefaßt, in gute und üble, in angenehme und unangenehme unterschieden und nur die guten und angenehmen als Düfte bezeichnet. Dieser Sprachgebrauch ist aber nicht richtig. Das Wort Geruch bedeutet ähnlich den Worten Gehör, Gesicht und Geschmack in erster Linie die Erregung des Sinnesorgans, und es ist verwirrend, wenn dasselbe auch noch für die das Geruchsorgan erregenden Körper gebraucht wird. Es empfiehlt sich daher, für die letztern das Wort Duft zu verwenden. Wenn jemand weiterhin von einem unangenehmen Dufte sprechen will, sobald der erregende Körper in ihm ein Unbehagen, von einem angenehmen Dufte, sobald der Riechstoff in ihm ein Wohlbehagen verursacht, so wird nichts dagegen einzuwenden sein; nur darf nicht übersehen werden, daß diese Unterscheidung von angenehm und unangenehm bis zu einem gewissen Grade individuell ist, und daß irgend ein Duft von dem einen anziehend, von dem andern widerlich befunden werden kann. Auch ist es wahrscheinlich, daß Tiere von den Düften ganz andre Eindrücke erhalten als der Mensch. Der für die Menschen so unangenehme Aasduft wirkt auf Aasgeier, Aaskäfer und Aasfliegen offenbar anziehend und kann daher für diese Tiere nicht unangenehm sein.

Die Zahl der Düfte ist sehr groß. Gering gerechnet läßt sich ein halbes Tausend derselben unterscheiden. Wenn man dieselben feststellen und ihre Qualität angeben soll, so kommt man in große Verlegenheit, denn es fehlen unsrer Sprache Bezeichnungen für die verschiedenen Arten, und es bleibt nichts übrig, als zu sagen, die Resedablüte habe den Resedaduft, die Rautenblüte den Rautenduft u. s. f. Es hat sich zwar schon längst das Bedürfnis herausgestellt, in diese Mannigfaltigkeit eine übersichtliche Ordnung zu bringen,

die ähnlichen Düfte zusammenzufassen und Mittelpunkte festzustellen, um welche sich die andern gruppieren, etwa so, wie man Grundtöne und Grundfarben festgestellt hat; aber bisher konnte diesem Bedürfnisse noch nicht genügend Rechnung getragen werden und zwar darum, weil die chemischen Verhältnisse der Düfte, welche doch jeder wissenschaftlichen Einteilung zur Grundlage dienen müßten, nur sehr unvollkommen bekannt sind. Wenn im nachfolgenden dennoch eine Einteilung der Düfte gegeben wird, so macht diese weder den Anspruch auf Vollständigkeit noch auf Unfehlbarkeit, sondern soll lediglich als erster Versuch und Entwurf und als ein Anhaltspunkt dienen, nach welchem man sich auch bei der Benennung der Düfte vorläufig richten könnte.

Es lassen sich füglich fünf Gruppen von Blumendüften unterscheiden und unter den Namen indoloide, aminoide, paraffinoide, benzoloide und terpenoide Düfte zusammenfassen.

In die erste Gruppe gehören die bei der Zersetzung eiweißartiger Verbindungen entstehenden und sich in der atmosphärischen Luft verbreitenden Riechstoffe, in welchen ein oder mehrere Benzolkerne angenommen werden, und die auch Stickstoff enthalten, also beispielsweise das Leucin und Tyrosin, das Skatol und Indol. Nach dem letztern werden sie indoloide Düfte genannt. Es entwickeln sich dieselben aus den Blütenständen zahlreicher Aroideen, aus den Blüten sämtlicher Stapelien des südlichen Afrika, aus jenen der Balanophoreen, Rafflesiaceen und Hydnoreen, aus den Perigonen von ungefähr 200 Aristolochineen und auch aus denen einiger tropischer Orchideen, wie z. B. des Bolbophyllum Beccarii der malayischen Flora. Bald erinnert der Duft an jenen des faulenden Fleisches von Säugetieren, bald an faulende Fische (s. Band I, S. 182), bald wieder an den in Zersetzung begriffenen Harn, an Jauche, Kot und andre unappetitliche Dinge. Die westindische Aristolochia Gigas hat seltsamerweise den Duft alten faulenden Tabaks, und die rotbraunen Blüten des Calycanthus duften ähnlich wie faulender Wein, ganz im Gegensatze zu den sie tragenden holzigen Zweigen, welche bekanntlich einen an Gewürznelken erinnernden angenehmen Duft entwickeln. Daß die mit indoloiden Düften ausgestatteten Blüten in ihrer Färbung an tierische Kadaver erinnern, daß sie meistens livide Flecken, violette Striemen und rotbraune Adern auf grünlichem und fahlgelbem Grunde zeigen, wurde bereits bei früherer Gelegenheit (s. S. 192) hervorgehoben.

An die indoloiden schließen sich die aminoiden Düfte an. Unter diesem Namen werden alle jene in der atmosphärischen Luft sich verbreitenden Riechstoffe begriffen, welchen Amine zu Grunde liegen und zwar entweder primäre oder sekundäre oder tertiäre Amine, wo entweder ein, zwei oder alle drei Wasserstoffatome des Ammoniaks durch ein Alkoholradikal ersetzt sind. Es ist nachgewiesen, daß der eigentümliche Duft der Weißdornblüten (Crataegus) durch Trimethylamin veranlaßt wird. Es läßt sich mit großer Wahrscheinlichkeit annehmen, daß auch noch in zahlreichen andern ähnlich duftenden Blüten das Trimethylamin oder eine andre zu den Aminen gehörige Verbindung entwickelt wird. Der Duft der Weißdornblüten wiederholt sich mit geringen Abweichungen in den Blüten des Birnbaumes (Pirus), der Mispel (Mespilus), der Vogelbeeren (Sorbus), der strauchartigen Spiräen (Spiraea ulmifolia, chamaedryfolia ꝛc.), des roten Hartriegels (Cornus sanguinea), des Schneeballes (Viburnum Lantana, Opulus), der Kastanie (Castanea), des Hirschholders (Sambucus racemosa), der Waldrebe (Clematis Vitalba) und des Sauerdornes (Berberis). Mehr abweichend ist der Duft, welcher aus den Blüten des Götterbaumes (Ailanthus), der Roßkastanie (Aesculus Hippocastanum), der Mannaesche (Fraxinus Ornus) und der Nachtkerze (Oenothera) entbunden wird. Die Blüten des Epheus (Hedera) entwickeln einen Duft, der an die Heringslake erinnert; die Blüten des Alpenmohns (Papaver alpinum) duften zum Teile wie jene des Weißdornes, zum Teile wie Moschus. Zwei nordamerikanische Pflanzen, nämlich Pachysandra und Sanguinaria, entwickeln aus ihren Blüten einen

entfernt an Ammoniak erinnernden Duft, der sicherlich von einer Aminverbindung ausgeht. In diese Abteilung gehört endlich auch noch jener für das menschliche Geruchsorgan so widerwärtige Duft, welcher den Blüten des schon bei früherer Gelegenheit (s. S. 168) erwähnten Melianthus zukommt.

Die dritte Gruppe bilden jene Düfte, welche von den sogenannten aromatischen Körpern ausgehen. Es sind das Verbindungen mit einem Benzolkerne, wo die verschiedenen Wasserstoffe des Benzols durch Alkoholradikale und Säureradikale ersetzt sind. Sie werden am passendsten benzoloide Düfte genannt. Von genauer bekannten chemischen Verbindungen gehören hierher der Eugenol in den Blüten mehrerer Nelken (Dianthus Caryophyllus, plumarius, superbus), der nach Hyazinthen duftende Cinnamylalkohol, der Salicylaldehyd in den Blüten der Spierstaude (Spiraea Ulmaria), das Kumarin in den Blüten des Waldmeisters (Asperula odorata), das duftende Vanillin in den Blüten des Heliotrops (Heliotropium). Ich nehme keinen Anstand, als hierher gehörig auch noch den Duft des Flieders (Syringa vulgaris), des Maiglöckchens (Convallaria majalis), der Reseda (Reseda odorata), des Jasmins (Jasminum officinale), der Aurikel (Primula Auricula), des Geißblattes (Lonicera Caprifolium), der Akazie (Robinia Pseudacacia), des Veilchens (Viola odorata), des Cyclamens (Cyclamen europaeum), der Paulownie (Paulownia imperialis), des Ylangs (Unona odoratissima) und den an Muscari racemosum und Polygala Chamaebuxus wahrgenommenen Pflaumenduft anzuführen. Es sind das also vorzüglich die für unsern Geruchssinn so angenehmen Düfte, aus welchen die meisten Parfümerien hergestellt werden, und die auch bei den Beschreibungen der Pflanzen füglich in Anwendung gebracht werden könnten. Man würde in diesem Sinne von benzoloiden Düften zu unterscheiden haben: Nelkenduft, Hyazinthenduft, Spierstaudenduft, Waldmeisterduft, Vanilleduft, Fliederduft, Maiglöckchenduft, Resedaduft, Jasminduft, Aurikelduft, Geißblattduft, Akazienduft, Veilchenduft, Cyclamenduft, Paulowniaduft, Ylangduft und Pflaumenduft.

Es ist sehr beachtenswert, daß sich mehrere dieser benzoloiden Düfte an Arten der verschiedensten Pflanzenfamilien wiederholen. So z. B. wird der Nelkenduft nicht nur an den oben genannten Nelken, sondern auch an den Blüten mehrerer Arten der Gattung Sommerwurz (Orobanche caryophyllacea, gracilis, lucorum), an einigen Orchideen (z. B. Platanthera bifolia, Gymnadenia conopea), an den gelben Blüten des Ribes aureum, an der Narzisse (Narcissus poëticus) und etwas modifiziert an den Blüten der Azalea pontica gerochen. Den Hyazinthenduft entwickeln neben den Hyazinthenblüten auch mehrere Leimkräuter (Silene nutans, longiflora 2c.), die Trauerviole (Hesperis tristis) und die dunkelblütigen Pelargonien (Pelargonium atrum, glauciifolium, triste 2c.). Daß sich der Waldmeisterduft auch in den Blüten mehrerer Gräser (Anthoxanthum, Hierochloa) und mit Honigduft gemengt in den Blüten des Steinklees (Melilotus) findet, ist längst bekannt. Sehr verbreitet ist der Vanilleduft. Abgesehen von dem Heliotrop (Heliotropium Europaeum und Peruvianum), sind auch einige Waldmeisterarten (z. B. Asperula glomerata, cynanchica, longiflora), die Linnäa (Linnaea borealis), der Attich (Sambucus Ebulus), die Ackerwinde (Convolvulus arvensis), einige Orchideen unsrer Berg- und Alpenwiesen (z. B. Gymnadenia odoratissima, Nigritella nigra), die Alpensaussurea (Saussurea alpina), der Alpenseidelbast (Daphne alpina) und die Nardosmie (Nardosmia fragrans) mit bald stärkerm, bald schwächerm Vanilleduft ausgestattet. Einigermaßen abweichend, aber doch am meisten an Vanille erinnernd, ist der Duft der tropischen Orchideen aus der Gattung Stanhopea und der mit diesem vollständig übereinstimmende Duft des in den europäischen Fichtenwäldern vorkommenden Ohnblattes (Epipogum aphyllum). Weniger verbreitet ist der Fliederduft; er findet sich aber deutlich ausgesprochen an mehreren Arten der Gattung

Seidelbast (z. B. Daphne striata und pontica), was um so merkwürdiger ist, als diese Seidelbastarten, obschon mit dem Flieder sonst nicht verwandt, doch beim ersten Anblicke eine überraschende Ähnlichkeit ihrer Blüten mit den Fliederblüten haben. Dagegen stimmt der Duft mehrerer Arten der Gattung Syringa, so z. B. der im Himalaja heimischen Syringa Emodi, mit dem Dufte der Syringa vulgaris nicht überein. Der Maiglöckchenduft ist im ganzen genommen selten und kommt nur noch an einigen mexikanischen Nopalen, namentlich an Echinocactus Tetani, vor. Der Akazienduft findet sich an ziemlich vielen Schmetterlingsblüten, so z. B. an Cladrastis lutea, Cytisus alpinus und Spartium junceum, seltsamerweise auch in den Blüten einer Schwertlilie: Iris odoratissima. Der Aurikelduft wird, abgesehen von mehreren Primeln aus der Verwandtschaft der Primula Auricula, auch noch an den Blüten der Trollblume (Trollius Europaeus) wahrgenommen. Der Geißblattduft entwickelt sich abends aus den Blüten aller mit Lonicera Caprifolium verwandten Arten, aber auch aus den Blüten der Ismene und einer Art des Tabaks, nämlich der in der Dämmerung aufblühenden Nicotiana affinis. Ziemlich verbreitet ist der Veilchenduft. Abgesehen von zahlreichen Veilchenarten (z. B. Viola odorata, mirabilis, polychroma), wird derselbe auch noch von mehreren Schotengewächsen, namentlich von den Levkojen (Matthiola annua, incana, varia 2c.) und dem Goldlacke (Cheiranthus Cheiri), welchen der Volksmund bekanntlich auch „Veigl" nennt, dann noch von der Nachtviole (Hesperis matronalis) entwickelt. Auch die Frühlingsknotenblume (Leucojum vernum), der im Herbste blühende gefranste Enzian (Gentiana ciliata), die grün blühenden Seidelbaste (Daphne Laureola und Philippi), die blaue Seerose des Nils (Nymphaea coerulea) und die tierfangende Sarrazenie (Sarracenia purpurea) entbinden aus ihren Blüten einen ausgezeichneten Veilchenduft. Der Cyclamenduft findet sich wieder in den Blüten eines Wintergrüns, nämlich der Pirola uniflora, der Paulowniaduft in den Blüten der Glycine Chinensis und der Ylangduft in den Blüten der Zaluzianskia lychnidea.

Von den benzoloiden Düften chemisch verschieden sind die Säuren und Alkohole jener Kohlenwasserstoffe, welche man als Paraffine begreift. Es mag für dieselben der Name paraffinoide Düfte gewählt werden. In betreff ihrer Zusammensetzung genauer bekannt sind von den hierher gehörigen Verbindungen die Valeriansäure, welche den Baldrianduft in den Blüten zahlreicher Baldriane, zumal der Valeriana officinalis, montana und saxatilis, bedingt, die Pelargonsäure, welche mit dem Rosendufte, und zwar insbesondere mit jenem der Zentifolie, im Zusammenhange steht, das Rautenöl, welches sich als Rautenduft in den Blüten verschiedener Rutaceen, namentlich der Weinraute (Ruta graveolens), entbindet, der Önanthäther, welcher als Weinblütenduft in den Blüten der Weinrebe (Vitis vinifera) und der Gleditschien (Gleditschia triacanthos, Sinensis 2c.) wahrgenommen wird. Hierher gehören auch der Lindenduft, welcher mannigfaltig abgeändert aus den Blüten der verschiedenen Linden (Tilia alba, Americana, parvifolia 2c.), aber auch aus jenen der Aesculus macrostachya ausströmt, der sehr verbreitete Nachtschattenduft aus den Blüten mehrerer Arten des Stechapfels (Datura), des Alrauns (Mandragora), der Petunie (Petunia) und zahlreicher andrer Nachtschattengewächse, aber auch aus jenen der Päonien (Paeonia) und des amerikanischen Trillium grandiflorum, der Holunderduft aus den Blüten von Sambucus nigra und Orchis pallens und der auf die Kapronsäure zurückzuführende Bocksduft, der sich aus den Blüten der Riemenzunge (Himantoglossum hircinum) und etwas abgeändert aus jenen der Orchis fragrans entbindet.

Ob auch der dem frischen gelben Bienenwachse und dem Bienenhonige zukommende und aus so vielen Blüten sich entwickelnde Honigduft zu den paraffinoiden Düften gehört, mag dahingestellt bleiben. Früher glaubte man annehmen zu können, daß der Myricilalkohol (ein Alkohol der Paraffine) diesen eigentümlichen Duft bedinge, aber nach den

Angaben der Chemiker ist der gereinigte Myricilalkohol duftlos, und es wäre daher möglich, daß der Honigduft durch eine andre Verbindung veranlaßt wird. Jedenfalls reiht sich der Honigduft naturgemäß an die andern oben angeführten Düfte und wird auch am passendsten hier besprochen. Es ist dieser Blütenduft einer der häufigsten, wenn nicht geradezu der häufigste von allen. Der Umstand, daß der Honigduft oftmals mit andern, zumal mit benzoloiden, Düften verbunden vorkommt, bedingt viele Abstufungen desselben. Am meisten übereinstimmend mit dem Dufte frischer, aus dem Bienenstocke genommener honiggefüllter Waben ist der Duft aus den Blüten des Schlehdornes, der Aprikosen-, Kirsch- und Mandelbäume (Prunus spinosa, Armeniaca, avium, Amygdalus communis ꝛc.), ebenso jener des zu den Orchideen gehörigen Herminium, des Wegdornes (Rhamnus pumila ꝛc.) und des Wanzenkrautes (Cimicifuga foetida). Wenig abweichend ist der aus den Blüten der Traubenkirsche (Prunus Padus), der Labkräuter (Galium Cruciata, vernum, verum), des Alpenvergißmeinnichts (Myosotis alpestris), des Phloxes (Phlox paniculata), der Seidenpflanze (Asclepias), der Schwalbenwurz (Cynanchum), des Lerchenspornes (Corydalis cava), mehrerer Wolfsmilcharten (Euphorbia Cyparissias ꝛc.), der Weiden (Salix Caprea, daphnoides ꝛc.), einiger Korbblütler (z. B. Cirsium arvense und brachycephalum), vieler Doldenpflanzen (z. B. Angelica officinalis, Heracleum Sphondylium, Meum Mutellina, Pimpinella magna), zahlreicher Schotengewächse (z. B. Alyssum montanum, Erysimum odoratum), mehrerer Tulpen und Lauche (Tulipa silvestris, Allium Sibiricum, Chamaemoly ꝛc.), des Heidekornes (Polygonum Fagopyrum) und noch vieler andrer. Auch der sogenannte süße Duft des Klees, welcher übrigens nicht nur an dem gewöhnlichen Wiesenklee (Trifolium pratense), sondern auch an andern Kleearten und überhaupt an vielen Schmetterlingsblütlern (z. B. Trifolium resupinatum, Lathyrus odoratus) vorkommt, ist nur eine Abstufung des Honigduftes.

Die letzte Gruppe der Düfte begreift jene sauerstofffreien ätherischen Öle, welche die neuere Chemie Terpene nennt, und welche dem entsprechend als **terpenoide Düfte** aufgeführt werden können. Die Stoffe, von welchen diese Düfte ausgehen, finden sich bald in besondern Behältern im Pflanzengewebe eingeschaltet, bald in den endständigen köpfchenförmigen Zellen der sogenannten Drüsenhaare, vorwaltend im Bereiche der Stengel und des Laubes, seltener in der Blütenregion. Die bekanntesten in den Blüten vorkommenden terpenoiden Düfte sind der von dem Neroliöle ausgehende **Orangenblütenduft**, welcher in den Blumen der Orangenbäume (Citrus), in jenen der Gardenien (Gardenia), des Pittosporum Tobira, der sibirischen Pirus baccata und etwas abgeändert in den Blüten einiger Magnolien (z. B. Magnolia obovata und Yulan) wahrgenommen wird, der von dem Zitronenöle ausgehende **Zitronenduft**, welcher an den Blüten einiger Arten des Thymians (Thymus citriodorus, montanus ꝛc.) und insbesondere auch an den Blüten des Diptams (Dictamnus Fraxinella) gerochen wird, der **Lavendelduft**, welcher von dem nicht nur im Laube, sondern auch in den Blüten des Lavendels (Lavandula) vorkommenden Lavendelöle herstammt.

Daß bisweilen **zweierlei Riechstoffe gleichzeitig aus einer und derselben Blüte** entbunden werden, und daß insbesondere der Honigduft nicht selten mit irgend einem andern vereinigt vorkommt, wurde einschaltungsweise schon wiederholt erwähnt. Die Feststellung des Duftes wird durch ein solches Zusammenkommen wesentlich erschwert, zumal dann, wenn von den beiden Düften bald der eine, bald der andre vorherrscht, und wenn dieses Vorherrschen noch dazu nach der Tageszeit wechselt. Man hört nicht selten ganz verschiedene Urteile über den Duft einer Blüte. Der eine Beobachter glaubt den Duft der Vanille, der andre den des Veilchens zu erkennen. Es mögen beide recht haben, insofern nämlich, als thatsächlich zweierlei Düfte derselben Blüte entströmen können und von dem einen Beobachter dieser, von dem andern jener Duft besser wahrgenommen wird.

Die Schwierigkeiten bei der Feststellung des Blütenduftes werden auch noch dadurch erhöht, daß gewisse Sinnestäuschungen bei dem Riechen fast unvermeidlich sind. Sowohl der Geschmack als auch das Gesicht können bei diesen Sinnestäuschungen beteiligt sein. Erblickt man eine Nelke, so kommt sofort der Nelkenduft in Erinnerung. Das kann geschehen, bevor noch der von der Nelke ausgehende Duft zu dem Geruchsorgane gelangte. Es ist darum anzuempfehlen, bei Feststellung des Duftes die betreffende Blüte gar nicht anzusehen und mit geschlossenen Augen die Untersuchung zu machen, etwa so, daß man einem Bekannten die zu prüfende Blüte erst dann vor die Nase hält, wenn dieser vorher die Augen geschlossen hat.

Sehr beachtenswert ist die Thatsache, daß nahe verwandte, äußerlich ähnliche Arten häufig verschiedene Düfte besitzen. Mehrere Beispiele sind bereits in den obigen Verzeichnissen eingeschaltet, unter andern, daß Gymnadenia conopea Nelkenduft, die ihr ungemein ähnliche Gymnadenia odoratissima dagegen Vanilleduft besitzt. Von den Arten der Gattung Seidelbast (Daphne) hat Daphne alpina Vanilleduft, Daphne striata Fliederduft, Daphne Philippi Veilchenduft und Daphne Blagayana Nelkenduft. Die so nahe verwandten Orchis fragrans und coriophora sind gleichfalls an ihrem verschiedenen Blütendufte augenblicklich zu erkennen. Mit Leichtigkeit unterscheidet man auch die Düfte, welche den verschiedenen Arten von Syringa, Tilia und Sambucus zukommen. Noch auffallender verhält es sich in dieser Beziehung mit den Rosen. Wer sich nur einigermaßen mit dieser artenreichen Gattung abgegeben hat, wird die Rosa alpina, pimpinellifolia, arvensis, Indica, moschata, canina, Gallica, cinnamomea, Centifolia und Thea mit geschlossenen Augen sofort am Dufte erkennen. Merkwürdig ist es auch, daß von nahe verwandten Arten die Blüten der einen duften, die der andern duftlos sind. Platanthera montana entbehrt des Duftes, während Platanthera bifolia einen starken Nelkenduft aushaucht. Viola tricolor ist duftlos, Viola polychroma entwickelt starken Veilchenduft. Die Blüten der Primula Lehmanni sind ohne Duft, jene der zum Verwechseln ähnlichen und durch wenig in die Augen fallende Merkmale der Gestalt unterscheidbaren Primula Auricula entbinden starken Aurikelduft. Diese Thatsachen sind als Belege für die Theorie der spezifischen Konstitution des Protoplasmas, von welcher später in dem Abschnitte über die Entstehung der Arten die Rede sein wird, nicht ohne Bedeutung, und es soll hier schon vorläufig auf diesen Umstand aufmerksam gemacht sein.

In betreff der Wahrnehmung des Blütenduftes durch Tiere sind wir vielen Fehlschlüssen ausgesetzt, weil sich unser Urteil vorwaltend auf die eigne Geruchsempfindung stützt und es sehr leicht möglich, ja sogar wahrscheinlich ist, daß das Riechvermögen der blumenbesuchenden Tiere von dem unsern wesentlich abweicht. Dem Geruche des Menschen dient ein scharf umgrenztes Stück der Schleimhaut im obern Teile der Nasenhöhle. In einem eigentümlichen Maschenwerke treffen dort die oberflächlichen Zellen der Schleimhaut mit den letzten Verzweigungen des Riechnervs zusammen, und auf dieses beschränkte Gebiet müssen die Düfte unmittelbar einwirken, wenn sie eine Geruchsempfindung hervorrufen sollen. Das ist aber wieder nur möglich, wenn die Riechstoffe als Düfte in der Luft verteilt sind, und wenn die so geschwängerte Luft über den erwähnten Teil der Nasenschleimhaut hinstreicht. Es wurde in früherer Zeit angenommen, daß die über die Riechschleimhaut hinstreichenden Stoffe dort in einer Flüssigkeit gelöst werden, sich im gelösten Zustande verbreiten und nur so auf die Nervenenden Einfluß nehmen können. Diese Auffassung ist aber mit einer Reihe von Thatsachen im Widerspruche, von welchen die wichtigsten hervorgehoben werden sollen. Bekanntlich riechen wir auch gewisse Metalle, deren feinstverteilte, von der besprochenen Masse abgespaltene Teilchen in die Nase kommen, obschon diese Metalle im Bereiche der Schleimhaut gewiß nicht löslich sind. Ebenso lehrt die Erfahrung, daß wir kurz nacheinander sehr verschiedene Stoffe zu riechen im stande sind, was nicht der Fall

sein könnte, wenn die Geruchsempfindung an eine vorhergehende Auflösung des Riechstoffes in der die Schleimhaut durchtränkenden Flüssigkeit gebunden wäre. Ganz besonders aber fällt hier ins Gewicht, daß die Geruchsorgane vieler Tiere der Schleimhaut ganz entbehren. Die Kolben und Zapfen an der Oberfläche der Fühler, welche die Geruchsorgane der Insekten bilden, stehen zwar an der einen Seite mit gangliösen Nervenenden in Verbindung, aber von einer Schleimhaut oder einem der Schleimhaut ähnlichen Gebilde, welches flüssige Stoffe enthalten oder ausscheiden würde, ist an diesen Geruchsorganen nichts zu finden, und dennoch zeichnen sich die Insekten durch einen ungemein feinen Geruch aus.

Die Erregung der Nervenenden im Geruchsorgane kann daher nicht die Folge einer vorhergehenden Lösung des Riechstoffes sein, sondern muß als Übertragung einer Bewegung gedacht werden. Es liegt nahe, sich vorzustellen, daß die Moleküle der in der Luft verteilten Riechstoffe sich in einer wirbelnden, pendelnden oder wie immer gearteten schwingenden Bewegung befinden, und daß sie diese Bewegung auf die Enden der Geruchsnerven übertragen, sobald sie mit dem Geruchsorgane in Berührung kommen. Da die Nervenenden nicht bloßliegen, so muß diese Übertragung durch die über den Nervenenden gelagerten Teile vermittelt werden, und es wird von dem Baue dieser oberflächlichsten, unmittelbar an die Luft grenzenden Schicht abhängen, ob diese Vermittelung rascher oder langsamer, vollkommener oder unvollkommener erfolgt. Damit die Erregung der Nervenenden, welche wir uns als eine Bewegungsform vorstellen, als Geruch empfunden werde, ist notwendig, daß sie von den Nervenenden zum Zentralorgane fortgepflanzt werde. Nun ergibt sich aber die heiklige Frage: Beruhen die verschiedenen Geruchsempfindungen darauf, daß ein Teil der Nervenenden nur von diesem, der andre nur von jenem Riechstoffe erregt werden kann, und daß ein besonderer Duft, wie beispielsweise jener des Lavendelöles, nur dann empfunden wird, wenn die der Bewegungsform der Lavendelölmoleküle angepaßten Nervenenden erregt werden? Oder beruhen die verschiedenen Geruchsempfindungen darauf, daß die den Molekülen eines bestimmten Riechstoffes zukommende Bewegungsform ohne weiteres von jeder beliebigen Nervenfaser des Geruchsorgans zu dem Zentralorgane übertragen werden kann und dort eine bestimmte Geruchsempfindung veranlaßt, so daß also eine und dieselbe Nervenfaser, welche kurz vorher die Bewegungsform des Lavendelöles übertragen hatte, im nächsten Augenblicke auch die den Molekülen des Chloroforms zukommende Bewegungsform auf das Zentralorgan zu übertragen vermag?

Die eine Hypothese setzt voraus, daß begrenzte Teile des Zentralorgans sowie die zu demselben hinleitenden Nervenfasern, obschon sie für unsre sinnliche Wahrnehmung ganz übereinstimmend gebaut sind, dennoch in der Erregungsfähigkeit sich wesentlich voneinander unterscheiden. Ein Teil kann nur von den Molekülen des Lavendelöles erregt werden und wird von Chloroformmolekülen nicht beeinflußt, ein andrer Teil wird nur durch die Schwingungen der Chloroformmoleküle zum Mitschwingen veranlaßt, aber durch die eigentümlichen Schwingungen der Lavendelölmoleküle nicht in Mitleidenschaft gezogen. Wer für diese Hypothese eintritt, muß in Berücksichtigung der unübersehbaren Menge verschiedener Riechstoffe auch eine überaus große Menge verschiedentlich empfänglicher Nervenenden im Geruchsorgane voraussetzen, selbst dann, wenn angenommen werden sollte, daß im Geruchsorgane nicht für jeden einzelnen, sondern nur für Gruppen ähnlicher Riechstoffe eine Stelle ausgebildet ist, und daß die einzelnen Geruchsformen der Gruppe nur durch verschiedene Stärke der Erregung veranlaßt werden. Die andre Hypothese setzt voraus, daß jede Nervenfaser des Geruchsorgans zufolge ihres Baues befähigt ist, verschiedene an ihrem äußern Ende veranlaßte Bewegungsformen auf das Zentralorgan zu übertragen. Die den Molekülen des Lavendelöles eigentümlichen Schwingungen würden nicht nur auf die Nervenenden Einfluß nehmen, sondern sich als spezifische Bewegungsform durch die ganze Nervenfaser bis zum

Zentralorgane fortpflanzen und dort als Lavendelölgeruch empfunden werden, und dieselbe Nervenfaser, welche soeben den Lavendelgeruch vermittelt hatte, vermag im nächsten Augenblicke die von Chloroform ausgehenden Schwingungen weiterzuleiten und den Chloroformgeruch zu veranlassen. Es würde sich eine solche Leitung mit jener des Telephons in Parallele stellen lassen, wenigstens insofern, als durch eine und dieselbe telephonische Leitung die verschiedensten an dem einen Ende gesprochenen Worte unverändert an dem andern Ende zur Geltung kommen. Die Vorstellung einer Fortpflanzung spezifischer, von Riechstoffen angeregter Bewegungsformen von der Peripherie durch die ganze Nervenfaser bis zum Zentralorgane läßt auch die Annahme zu, daß die Nervenfasern des Geruchsorgans von gewissen Stoffen gar nicht erregt werden. Schwingungen, welche durch ihre allzu große Geschwindigkeit die Grenze der Empfänglichkeit des Riechnerven übersteigen, werden keinen Geruch veranlassen.

Mag man nun der einen oder andern Hypothese huldigen, durch beide kommt man zu dem Schlusse, daß bei Menschen und Tieren, entsprechend der verschiedenen Empfänglichkeit der Nervenfasern im Geruchsorgane, eine große Verschiedenheit in betreff des Riechens bestehen kann. Wenn durch die in der Luft verteilten Moleküle irgend eines Stoffes kein einziges Nervenende in der Riechschleimhaut des Menschen erregt, beziehentlich bewegt wird, so schließt das nicht aus, daß in dem Geruchsorgane dieses oder jenes Tieres sich Nerven finden, welche für die Bewegungsform dieser Moleküle empfänglich sind. Es wäre auch erklärlich, daß ein Insekt Hyazinthen, aber keine Rosen, ein andres Rosen, aber keine Hyazinthen röche. Dieses Ergebnis ist aber zur Erklärung der Anlockung gewisser Tiere zu Blüten, welche dem Menschen duftlos vorkommen, sowie zur Erklärung der Erscheinung, daß manche Blüten von der einen Gruppe der Insekten mit Vorliebe aufgesucht, von der andern gemieden oder, besser gesagt, nicht beachtet werden, von Wichtigkeit. Die zur Überkleidung von Lauben, Geländern und Mauern häufig gepflanzte, zu den Reben gehörige Ampelopsis quinquefolia entwickelt im Hochsommer Blüten, welche von den Bienen sehr gern und sehr fleißig besucht werden. Die Farbe hat als Anlockungsmittel in diesem Falle keine Bedeutung; denn die Blüten haben grünliche Kronenblätter, sind unter den Laubblättern versteckt und werden selbst von guten Augen aus geringer Entfernung nicht mehr bemerkt. Dennoch sieht man die Bienen von allen Seiten in einer Weise anfliegen, welche keinen Zweifel übrigläßt, daß die Blüten der Ampelopsis von diesen Tieren aus ziemlicher Entfernung wahrgenommen werden. Da es nicht das Gesicht ist, so muß es wohl der Geruch sein, der bei ihnen diese Wahrnehmung veranlaßt! Für das Geruchsorgan des Menschen sind diese Blüten aber duftlos! Nicht weniger merkwürdig verhält es sich mit den Blüten der Zaunrübe (Bryonia dioica). Dieselben sind auf zweierlei Stöcken verteilt, d. h. der eine Stock entwickelt nur Pollenblüten, der andre nur Fruchtblüten, und da der Pollen nicht stäubend und nicht durch Winde verbreitbar ist, so muß derselbe durch Insekten von Stock zu Stock übertragen werden, wenn die Fruchtanlagen zur Reife kommen sollen. Die Blüten, zumal die Fruchtblüten, sind aber sehr unscheinbar, sie sind zwischen dem Laube halb verborgen, von grünlicher Farbe und schwachem Geruche. Viele Insekten fliegen an ihnen vorbei, ohne sie zu beachten, nur ein Hautflügler, nämlich Andrena florea, besucht sie und weiß sie an den abgelegensten Standorten aufzuspüren, was kaum anders erklärt werden kann als dadurch, daß ein von den Blüten der Zaunrübe ausgeschiedener Duft zwar von dem genannten Hautflügler, nicht aber auch von andern Insekten wahrgenommen wird. Diesen beiden Beispielen von unauffälligen, den Menschen und augenscheinlich auch vielen Tieren duftlos erscheinenden, nichtsdestoweniger von bestimmten Insekten gern aufgespürten Blüten ließen sich die Osterluzei (Aristolochia Clematitis), die Heidelbeere (Vaccinium Myrtillus), die Zwergorchis (Chamaeorchis alpina), das Zweiblatt (Listera ovata) und noch viele andre

anfügen. Es ist wahrscheinlich, daß es auch Blüten gibt, welche abweichend von den eben genannten mit lebhaften, vom grünen Laube kontrastierenden Farben ausgestattet sind und überdies einen eigenartigen, auf bestimmte Tiere anlockend wirkenden Duft ausströmen. Sicheres darüber zu sagen, ist freilich kaum möglich. Begreiflicherweise sind wir bei allen diesen Fragen nur auf die Beobachtungen über das Verhalten der Insekten gegenüber den Blüten in der freien Natur angewiesen, und da bei solchen Beobachtungen im einzelnen viele Fehlerquellen unterlaufen, dürfen die abgeleiteten Schlüsse nur mit Vorsicht aufgenommen werden. Es kann darum die sogenannte „Blumentreue“ der Insekten, worunter man die Vorliebe gewisser Arten für bestimmte Blüten versteht, insoweit sie den Duft betrifft, hier nur im großen und ganzen erörtert und nur das Hauptergebnis der diesfälligen Beobachtungen verzeichnet werden.

Als solches kann aber gelten, daß die indoloiden Düfte auf gewisse Fliegen aus den Gattungen Scatophaga, Sarcophaga, Onesia, Lucilia, Pyrellia, Calliphora, Sepsis und Musca und auf Käfer aus den Gattungen Aleochara, Dermestes, Saprinus, welche sich auf Aas und Exkrementen einfinden, anziehend wirken, von den Schmetterlingen, Bienen und Hummeln aber unbeachtet bleiben. Durch die aminoiden Düfte werden insbesondere große und kleine Käfer, zumal Cetonien, und dann Hautflügler, aber kaum jemals Schmetterlinge angelockt. Der Honigduft wirkt in ausgiebigster Weise auf Bienen und Hummeln, aber auch auf Falter, Zygänen und bei Tage fliegende Schwärmer (z. B. den Taubenschwanz, Macroglossa stellatarum) sowie auf kleine Käfer; dagegen werden die durch die indoloiden Düfte angeregten Insekten durch den Honigduft nicht angezogen. Den Blüten mit paraffinoidem Dufte fliegen insbesondere gewisse Hautflügler, die merkwürdigerweise selbst ähnlich duften, namentlich die Arten der Gattung Prosopis, zu. Die Blüten mit Hyazinthenduft sind von kleinen Eulen und Spinnern und die Blüten mit Geißblattduft von großen, in der Dämmerung fliegenden Schwärmern umworben. Weder die einen noch die andern der zuletzt genannten Düfte wirken aber anziehend auf die Käfer. Auch die Falter sieht man an den Blüten mit Geißblattduft ohne Anhalt vorüberfliegen, was zu der Annahme berechtigt, daß dieser Duft von den genannten Schmetterlingen entweder gar nicht wahrgenommen wird oder ihnen unangenehm ist.

Manche Blütendüfte, namentlich die paraffinoiden, haben die Eigentümlichkeit, daß sie an der Stätte ihres Ursprunges bei weitem weniger als in einiger Entfernung von der Quelle wahrgenommen werden, was sich daraus erklären dürfte, daß auf die von den Blüten entbundenen Riechstoffe bei deren weitern Verteilung in die atmosphärische Luft Sauerstoff oder Wasserdampf Einfluß nehmen, und daß sich verschiedentliche molekulare Umlagerungen in ihnen vollziehen. Bei dem Umstande, daß unsre Kenntnisse über die chemischen Verhältnisse der Riechstoffe noch so unvollkommen sind, wäre es aber wieder gewagt, über Vermutungen in dieser Beziehung hinauszugehen. Am auffallendsten tritt die hier berührte Erscheinung an der Linde und der Weinrebe hervor. Nähert man sich einem Lindenbaume, der gerade in voller Blüte steht, so wird man den angenehmen Duft seiner Blüten am stärksten in ungefähr 30 Schritt Entfernung vom Umfange der Krone wahrnehmen; kommt man dann in die unmittelbare Nachbarschaft, und beriecht man die Blüten an den herabhängenden Zweigen, so ist der Duft weder so stark noch so angenehm, als er im weitern Umkreise war. Bei Gelegenheit einer Wasserfahrt in dem von Rebenhügeln besäumten Abschnitte des Donauthales, welcher den Namen Wachau führt, fand ich die Luft des ganzen Thales, sogar jene über dem Wasserspiegel von dem Dufte der Rebenblüten so erfüllt, daß man hätte glauben können, die duftenden Blüten müßten in allernächster Nähe stehen. Und dennoch befanden sich die nächsten Rebenstöcke am Ufergelände 100 m höher als der Wasserspiegel und waren in wagerechter Richtung wenigstens 300 Schritt vom Kahne

entfernt. Auch war bei der nachfolgenden Wanderung durch das mit Weinreben bepflanzte Gelände des Ufers der Duft der Rebenblüten aus nächster Nähe viel schwächer wahrnehmbar als aus der Ferne, so daß man zu der widersinnig scheinenden Annahme gedrängt wurde, der Duft habe mit wachsender Entfernung und zunehmender Verteilung auf größere Räume sich nicht abgeschwächt, sondern verstärkt. Wenn man bedenkt, daß durch die Abgabe des Riechstoffes aus den Rebenblüten eine Abnahme des Volumens an diesen Blüten nicht ersichtlich ist, und daß der Riechstoff aus mehreren tausend Rebenblüten noch immer keine wägbare Menge bilden würde, wenn man ferner das Volumen der Luft in dem weiten Donauthale annähernd berechnet und in Vergleich zieht, so kommt man zu dem Schlusse, daß hier in der Luft, welche bei einmaligem Atemholen durch die Nasenhöhle streicht, nur sehr wenig Moleküle des Riechstoffes enthalten sein können.

Diese Thatsache, daß der Mensch gewisse Riechstoffe in feinster Verteilung und auf unglaublich große Entfernung wahrzunehmen vermag, gibt aber auch einen Anhaltspunkt zur Erklärung des sogenannten Witterns der Düfte von seiten der Tiere. Wir sprechen von Wittern dann, wenn aus andern Wahrnehmungen geschlossen werden kann, daß das beobachtete Tier Düfte riecht, welche von uns bei gleichem Abstande von den duftenden Körpern nicht gerochen werden können. Da nun aus den frühern Auseinandersetzungen über das Riechen erhellt, daß die Tiere Düfte empfinden, welche von unsern Geruchsnerven gar nicht erregt werden, so darf es auch nicht wundernehmen, daß die Bienen zu den Blüten der Ampelopsis aus Entfernungen herbeischwirren, aus welchen sie diese Blüten durch den Gesichtssinn nicht wahrzunehmen im stande sind. Sie riechen die für uns duftlosen Blüten der Ampelopsis auf 300 Schritt gerade so wie wir auf gleiche Entfernung die Blüten der Weinreben.

Aus der Fülle merkwürdiger Beobachtungen über das Witterungsvermögen der Tiere fesseln uns hier nur jene, welche sich auf den Besuch der Blüten durch Insekten beziehen, und es mögen von diesen insbesondere zwei hervorgehoben werden. Vor einigen Jahren wurde die aus Cypern stammende Aroidee Dracunculus Creticus am Rande eines kleinen Nadelholzbestandes im Wiener botanischen Garten gepflanzt. Im Umkreise von mehreren hundert Schritten befand sich weder eine Düngerstätte noch irgend ein in Fäulnis übergegangener tierischer Körper, und auch von Aasfliegen und Aaskäfern war dort weit und breit keine Spur zu finden. Als sich aber einmal im Laufe des Sommers die große tütenförmige Blütenscheide dieser Aroidee geöffnet hatte, so kamen sofort von allen Seiten zahllose Aasfliegen und Aaskäfer herbeigeflogen. Für den Menschen war der aus der Blütenscheide strömende indoloide Duft nur auf die Entfernung von wenigen Metern bemerkbar, die genannten Tiere mußten denselben aber mehrere hundert Meter weit gewittert haben. In eben diesem Garten ist an einer beschränkten Stelle ein Stock des Geißblattes (Lonicera Caprifolium) gepflanzt, und derselbe wird im Sommer, wenn die Dämmerung eintritt, alljährlich von Windlingsschwärmern (Sphinx Convolvuli) gern besucht. Diese Schwärmer pflegen sich, nachdem sie Honig gesogen haben, und wenn die Nacht an Stelle der Dämmerung tritt, in der Nähe des Stockes auf die Borke alter Baumstämme oder auf abgefallenes, am Boden liegendes Laubwerk zu setzen und verharren dort mit zusammengeschlagenen Flügeln wie erstarrt bis zum Abend des nächsten Tages. Im verflossenen Sommer entnahm ich eines der Holzstücke, welches von einem Windlingsschwärmer zum Ruheplatze gewählt worden war, mit aller Sorgfalt vom Boden, betupfte den Schmetterling an einer Stelle mittels Zinnober und brachte ihn mitsamt dem Holzstücke, auf dem er unbeweglich sitzen geblieben war, an einen andern Punkt des Gartens, welcher von dem Geißblattstocke 300 Schritt weit entfernt war. Als die Dämmerung eintrat, schwenkte der Schwärmer die ihm als Riechorgan dienenden Fühler einigemal hin und her, streckte die Flügel und flog wie ein Pfeil nach jener Richtung des Gartens, wo der Geißblattstock stand. Kurz danach traf ich den mit Zinnober

betupften Schwärmer vor den Blüten dieses Stockes schwebend und Honig saugend. Er war demnach geradeswegs zu dem Stocke geflogen und mußte den Duft der Geißblattblüten selbst in der Entfernung von 300 Schritt noch deutlich wahrgenommen haben.

Eine der merkwürdigsten Beziehungen des Blütenduftes zu den Tieren, auf welche schon früher gelegentlich hingewiesen wurde, ist das Zusammentreffen der Entwickelung des Blütenduftes mit der Flugzeit bestimmter Insekten. Die vorwaltend von Abendschmetterlingen besuchten Blüten verschiedener Arten des Geißblattes (Lonicera Caprifolium, Periclymenum, Etrusca, grata 2c.), der Petunien (Petunia violacea, viscosa 2c.), der Platanthera bifolia und noch zahlreicher andrer im Sommer blühender Pflanzen duften tagsüber nur sehr schwach oder gar nicht; erst nach Sonnenuntergang, von 6 oder 7 Uhr abends angefangen bis gegen Mitternacht, entbinden sie reichlichst ihre Riechstoffe. Noch auffallender verhalten sich die von kleinen Nachtschmetterlingen besuchten Blüten der Trauerviole (Hesperis tristis), der dunkelblütigen Pelargonien (Pelargonium triste, atrum 2c.), zahlreicher nelkenartiger Gewächse (Silene longiflora, nutans, viridiflora 2c.), von welchen am Tage gar kein Duft ausgeht, die aber mit beginnender Dämmerung starken Hyazinthenduft aushauchen, desgleichen die Nachtviole (Hesperis matronalis), deren Blüten abends nach Veilchen, und eine Art des Waldmeisters (Asperula capitata), deren Blüten bei eintretender Dunkelheit nach Vanille duften. Anderseits stellen zahlreiche von Faltern, Bienen und Hummeln im Laufe des Tages besuchte Blüten die Entwickelung des Duftes ein, sobald die Sonne untergegangen ist. Die gelben Blüten des Besenstrauches (Spartium scoparium) spenden ihren köstlichen Akazienduft nur zur Zeit, wenn die Sonne hoch am Himmel steht und die genannten Insekten durch die warme Luft schwirren. Abends ist an ihnen keine Spur des Duftes wahrzunehmen. Der zierliche Klee: Trifolium resupinatum, dessen im Sonnenscheine von vielen Bienen umsummte Blüten stark nach Honig duften, wird duftlos, sobald sich mit beginnender Dämmerung die Bienen in ihren Bau zurückziehen. Dasselbe gilt von dem Studentenröschen (Parnassia palustris), das nur im warmen Sonnenscheine nach Honig duftet und abends duftlos wird. Auch eine in den Pyrenäen heimische Art des Seidelbastes (Daphne Philippi) zeigt die Eigentümlichkeit, daß ihre Blüten nur tagsüber zarten Veilchenduft entbinden, mit beginnendem Abend aber zu duften aufhören.

Es wurde die Frage aufgeworfen, ob nicht zwischen Farbe und Duft der Blüten eine Art Ergänzung oder Stellvertretung stattfinde, so zwar, daß in jenen Fällen, wo die Anlockung der berufenen Honig- und Pollenfresser durch lebhafte Farben der Blumenblätter vermittelt wird, der Duft fehle und umgekehrt. Auf diese Idee wurde man durch die Thatsache hingeleitet, daß viele Pflanzen, deren Blumen in den grellsten Farben prangen, und die auch wegen ihrer Größe schon von fern in die Augen fallen, beispielsweise jene der Kornblume (Centaurea Cyanus), des Tausendschöns (Adonis aestivalis und flammea), vieler Gentianen (Gentiana acaulis, Bavarica, verna), verschiedener Arten der Gattung Läusekraut (Pedicularis incarnata, rostrata 2c.), der Kamelie (Camellia Japonica), der indischen Azalee (Azalea Indica) und zahlreicher Arten der Gattung Amaryllis und Hemerocallis des Duftes völlig entbehren, während viele Blüten mit unscheinbaren kleinen Blumen, wie z. B. die Reseda (Reseda odorata), die Weinrebe (Vitis vinifera), der Epheu (Hedera Helix), die Gleditschie (Gleditschia triacanthos), der Oleaster (Elaeagnus angustifolia), einen weithin wahrnehmbaren starken Duft verbreiten. Es wäre hier auch zu verzeichnen, daß die schon mehrfach erwähnten Pelargonien (Pelargonium atrum und triste) und die Trauerviole (Hesperis tristis), welche schmutzig gelbe und schwärzliche, für das beste Auge in der Dämmerung nicht unterscheidbare Blüten tragen, starken Hyazinthenduft entwickeln, der zahlreiche kleine Nachtschmetterlinge anlockt. So bestechend aber diese Beispiele sein mögen, so lassen sich ihnen anderseits wieder viele solche entgegenstellen, welche

zeigen, daß lebhafte und auffallende Farben nicht selten auch mit starkem Dufte der Blüten zusammen vorkommen. Die Rosen, Nelken und Levkojen, viele tropische Orchideen, die Magnolien, die Narzissen, die großblütigen Rhododendren des Himalaja zeigen zum wenigsten so viel, daß die erwähnte Annahme eine allgemeine Gültigkeit nicht besitzt.

Eröffnung des Zuganges zum Blütengrunde.

Das Abholen und Übertragen des Pollens durch Tiere kann selbstverständlich nur dann stattfinden, wenn die Blumenblätter, unter deren Schutze sich das Ausreifen des Pollens in den Antheren sowie die Entwickelung der zum Festhalten des Pollens bestimmten Narben vollzog, das Einfahren in den Blütengrund gestatten. Ich habe hier zunächst eine Umschreibung des viel häufigern Ausdruckes „Öffnen der Blüten“ gebraucht, weil es Blüten gibt, auf welche das Wort „Öffnen“ nicht recht passen will. Die Blumen des Löwenmaules und des Leinkrautes (Antirrhinum und Linaria) öffnen sich eigentlich niemals ganz von selbst, sondern es müssen sich die anfliegenden Insekten, welche Honig gewinnen wollen, das Thor zum Innenraume dieser Blüten selbst aufmachen, indem sie deren Unterlippe herabdrücken. Auch bei den Schmetterlingsblumen kann man eigentlich nicht vom Öffnen, sondern nur von einem Entknospen sprechen. In der Blütenknospe umschließt das obere, unter dem Namen Fahne bekannte Blumenblatt wie ein Mantel die vier andern; erst wenn der Pollen ausgereift und aus den Antheren entlassen ist, schlägt sich die Fahne teilweise zurück, und man sagt nun, die Pflanze sei aufgeblüht. Aber noch immer ist an der Schmetterlingsblüte keine Öffnung zu sehen; der Zugang zum Honig bleibt nach wie vor versteckt, und die Insekten, welche saugen wollen, müssen den Rüssel zwischen den zusammenschließenden Blättern der Blume einschieben. Von diesen und einigen andern Fällen abgesehen, ist aber der Vorgang, um den es sich hier handelt, doch ein wahres Öffnen des in der Knospe bisher verschlossenen Raumes, eine Eröffnung der Zufahrt in die Tiefen der Blüten, und es mag daher die übliche Bezeichnung Öffnen der Blüten immerhin beibehalten bleiben.

Die Gruppierung der Blumenblätter in der noch nicht geöffneten Knospe ist in jedem einzelnen Falle eine genau bestimmte und wird von den beschreibenden Botanikern in vielen Fällen als ein brauchbares Merkmal zur Unterscheidung der Familien und Gattungen hervorgehoben. Man bezeichnet dieselbe als Knospenlage (aestivatio) und unterscheidet von derselben folgende Formen. Zunächst die zerknitterte Knospenlage, wenn die Blumenblätter die Form eines unregelmäßig zerknitterten Papierblattes haben, wie beispielsweise jene des Mohnes, der Cistrosen und des Granatapfelbaumes (Papaver, Cistus, Punica), und die gefaltete Knospenlage, wenn die zu einem Trichter oder einer Glocke verwachsenen Blumenblätter in regelmäßige Längsfalten gelegt sind, wie bei dem Venusspiegel (Specularia). Wenn die bandförmigen, mit fünf kleinen dreieckigen Zipfeln endigenden Blumenkronen gewisser Korbblütler, beispielsweise des Bocksbartes und des Löwenzahnes (Tragopogon, Taraxacum), in der Knospe der Länge nach zusammengerollt sind und die Gestalt einer Röhre haben, welche oben durch die fünf zusammengeneigten Zipfel verschlossen ist, so spricht man von einer zusammengerollten Knospenlage, während die bei den Doldenpflanzen und einigen Nelkengewächsen aus der Gattung Leimkraut beobachtete Form, wo die Blumenblätter von dem freien Ende gegen die Basis eingerollt sind, als eingerollte Knospenlage angesprochen wird. Mitunter sind die flachen oder gefalteten Blätter der Blumenkrone aufeinander gelegt und zwar so, daß jedes derselben das Nachbarblatt auf der einen Seite deckt, während es von dem andern Nachbarblatte selbst gedeckt wird. Die ganze Blumenkrone erscheint zugleich schraubenförmig zusammengedreht. Diese bei dem Sauerklee, dem Singrün und den andern Apocyneen sowie bei Windlingen, Nachtschattengewächsen und Büttneriaceen

vorkommende Knospenlage wird gedreht genannt. Die häufigste Form der Knospenlage ist jene, wo sich die benachbarten Blumenblätter oder die Zipfel des Saumes einer Blumenkrone wie Schindeln auf einem Dache decken, ohne aber gleichzeitig gedreht zu sein. Das äußerste Blatt der ganzen Blume deckt zwar die andern, wird aber selbst weder auf der einen noch auf der andern Seite gedeckt. Bisweilen erscheinen auch zwei gegenüberstehende Blätter als Decke der innern, ohne selbst eine Deckung zu erfahren. Diese Knospenlage, welche man die geschindelte genannt hat, wird insbesondere an den Blüten der Rosen, des Apfelbaumes, der Ranunkeln und Windröschen und eigentümlich abgeändert auch bei den Nelken und Schmetterlingsblütlern beobachtet. In manchen Fällen, wie z. B. an der Haselwurz, am Flieder und an der Weinrebe (Asarum, Syringa, Vitis), erscheinen die Blumenblätter nicht übereinander gelegt, sondern berühren sich nur mit den seitlichen Rändern, sind gegen das freie Ende verschmälert, neigen dort zusammen und bilden so einen Hohlkegel, eine Kuppel oder ein Gewölbe, was als klappige Knospenlage bezeichnet wird. Es kommen auch verschiedene Kombinationen dieser Lagerungen vor, wie z. B. am Mohne, dessen zerknitterte Blumenblätter gleichzeitig geschindelt, und an einigen Nelken (Dianthus neglectus, glacialis 2c.), deren geschindelte Blumenblätter gleichzeitig zusammengerollt sind. Auch das kommt vor, daß in derselben Blüte die Blätter des Kelches eine andre Knospenlage haben als jene der Krone. So sind an den schon wiederholt als Beispiel gewählten Mohnblüten die Blätter des Kelches klappig, jene der Krone dagegen geschindelt und zerknittert.

Bei den zweilippigen Blumenkronen, deren einzelne Teile im Zuschnitte und Ausmaße verschieden sind, bemerkt man zwar durchweg eine geschindelte Knospenlage, aber es liegt in der Natur der Sache, daß hier zahlreiche andre, ganz eigentümliche Abänderungen vorkommen, von deren ausführlicher Schilderung hier freilich Umgang genommen werden muß. Nur ein paar besonders häufige Fälle sollen noch in Kürze erwähnt werden, weil sie Pflanzen betreffen, die später noch oftmals genannt werden, nämlich die Lippenblütler und einige Skrofularineen. Bei den erstern ist zunächst der aufgebogene mittlere große Lappen der Unterlippe wie ein Deckel vor die Röhre der Blumenkrone gestellt, auf diesen legen sich die beiden seitlichen Lappen der Unterlippe, und diese werden noch von der herabgebogenen Oberlippe gedeckt. In den Blütenknospen der Gamanders (Teucrium) ist der mittlere Lappen der Unterlippe so weit aufwärts gebogen, daß er wie eine Hohlkugel die Antheren überwölbt, und in den Blüten der zu den Skrofularineen gehörigen Gattung Löwenmaul und Leinkraut (Antirrhinum und Linaria) wird der innerste Verschluß des Blütengrundes durch den emporgewölbten Teil der Unterlippe, den sogenannten Gaumen, gebildet, dieser wird von dem emporgeschlagenen mittlern Zipfel der Unterlippe und dieser von den beiden herabgeschlagenen Zipfeln der Oberlippe gedeckt.

Alle diese den Zugang zum Blütengrunde versperrenden Riegel und verhüllenden Decken werden nun weggeschoben und abgehoben. Kommt den Blumenblättern, nachdem sie als schützende Hüllen gedient hatten, eine weitere Wirksamkeit nicht mehr zu, so werden sie als überflüssig gewordene Organe entfernt, mit andern Worten, sie fallen im Augenblicke des Öffnens der Blüte ab. Das kommt zwar nicht gerade häufig vor, wird aber an einer allbekannten Pflanze, nämlich an der Weinrebe (Vitis), beobachtet. Die Blumenblätter der Weinrebe haben eine klappige Knospenlage und bilden ein Gehäuse, welches kuppelförmig über die Antheren, den Stempel und den Blütenboden gewölbt ist; sie sind grün gefärbt, heben sich von dem grünen Laube nicht deutlich ab und können demzufolge später auch nicht als Anlockungsmittel für Insekten dienen. Auch sonst ist ihnen eine besondere Rolle nicht vorbehalten, ja sie könnten unter Umständen sogar bei den in den Blütenständen sich späterhin abspielenden Vorgängen hinderlich sein, und es ist daher vorteilhaft, wenn sich die Blüten möglichst rasch dieser Blumenblätter entledigen. Das geschieht auch in der That. Die

Blumenblätter lösen sich an ihrer Basis vom Blütenboden ab, und die untere Hälfte rollt sich spiralig nach außen und oben; die Spitzen bleiben dagegen verwachsen, und so entsteht eine Art Mütze, welche zwar noch kurze Zeit auf den Antheren ruht, alsbald aber infolge der Streckung der Antherenträger abgeworfen wird.

Diese Art des Öffnens der Blüte ist, wie gesagt, selten; in der weitaus größten Mehrzahl der Fälle ist den Blumenblättern in den spätern Stadien des Blühens noch eine Rolle vorbehalten, und sie dürfen darum nach der Erschließung des Blütengrundes nicht sofort abgeworfen werden. Der Zugang zum Blütengrunde erfolgt dann dadurch, daß sich die Blumenblätter in ihrer obern Hälfte lösen, so daß dort weite Spalten entstehen, wie bei den verschiedenen Arten der Gattung Rapunzel (Phyteuma), oder, was das gewöhnlichste ist, daß die freien Enden auseinander gehen, sich ausbreiten und bisweilen sogar zurückschlagen. Selbstverständlich erfolgt dieses Auseinandergehen entsprechend der Lage, welche die Blumenblätter in der Knospe eingenommen hatten. War es eine klappige Knospenlage, so schlagen sich die Zipfel der Blumenblätter wie Klappen zurück, waren die Blumenblätter wie Dachschindeln übereinander gebreitet, so schieben sie sich weit auseinander, waren sie in Falten gelegt, so weiten sich die Falten zu flachen Rinnen, waren sie zerknittert, so glätten sich die Unebenheiten der Fläche. Zusammengedrehte röhrenförmige und trichterförmige Blumenkronen rollen sich auf, und oft genug sieht man, daß zwei, ja selbst dreierlei verschiedene Bewegungen zum Behufe des Eröffnens der Blüte stattfinden.

In manchen Fällen entsteht auf diese Weise nur eine beschränkte, von den abstehenden oder zurückgeschlagenen freien Enden der Blumenblätter eingerahmte Eingangspforte, welche zu dem tief ausgehöhlten, mitunter röhrenförmigen dunkeln Blütengrunde führt, in andern Fällen dagegen ist die ganze Blüte weit offen und hat ein beckenförmiges oder schalenförmiges Ansehen, wie bei den Rosen, Windröschen und Päonien.

Das Auseinandergehen der Blumenblätter erfolgt gewöhnlich sehr rasch. An den Blüten des Geißblattes (Lonicera Caprifolium) beginnt das Öffnen mit dem Herabschlagen des untern Blattes der Blumenkrone; daraufhin biegen sich auch die seitlichen und obern Blumenblätter zurück, die Träger der Antheren lockern sich und spreizen wie die Finger einer Hand auseinander. Diese Bewegungen lassen sich mit den Augen verfolgen, und der ganze Vorgang dauert kaum 2 Minuten. Noch rascher spielt sich das Öffnen der Blüte an der Nachtkerze (Oenothera grandiflora) ab. Die Blumenblätter schieben sich ganz plötzlich auseinander, breiten sich binnen einer halben Minute aus, und wenn irgendwo das Wort Aufspringen der Blüten berechtigt ist, so gilt das in diesem Falle. Auch an den Blüten mehrerer tropischer Orchideen schlagen sich die Blumenblätter so rasch zurück, daß man die dabei stattfindenden Bewegungen deutlich sehen kann. Bei dem Öffnen der prachtvollen Blüten von Stanhopea tigrina schnellen zuerst die äußern Blumenblätter 5 cm weit auseinander und machen dann noch in kurzen Zeiträumen ruckweise Bewegungen, welche zur Folge haben, daß sie nach einer Minute im Halbbogen weit zurückgekrümmt sind, danach biegen sich auch die zwei gleichgestalteten innern Blumenblätter zurück, und der Blütengrund ist nun dem Besuche von Tieren geöffnet. Der ganze Vorgang dauert kaum länger als 3 Minuten. Es ist bemerkenswert, daß bei dem Aufspringen der genannten Stanhopea ein deutliches Geräusch gehört wird, nicht unähnlich jenem Klatschen, welches bei dem Zerplatzen der aufgeblasenen Kelche der Klatschnelke vorkommt.

Es gibt Blütenknospen, welche sich schon am frühsten Morgen öffnen, und welche der erste Strahl der aufgehenden Sonne bereits weit geöffnet antrifft. Die als Schlingpflanze in unsern Gärten häufig gezogene Winde Ipomaea purpurea öffnet ihre Blütenknospen schon um 4 Uhr bei anbrechendem Tage. Auch die meisten wilden Rosen öffnen sich zwischen 4 und 5 Uhr morgens. Zwischen 5 und 6 Uhr entfalten die meisten Arten des Leines, namentlich

Linum Austriacum und perenne, ihre Blütenknospen. Zwischen 6 und 7 Uhr öffnen sich die Blütenknospen der Weidenröschen (Epilobium angustifolium und collinum), zwischen 7 und 8 Uhr jene der meisten Winden, namentlich des Convolvulus arvensis und tricolor. Zwischen 8 und 9 Uhr öffnen viele Gentianeen und Ehrenpreisarten, die meisten Arten der Gattung Sauerklee (Oxalis) und das aus dem Himalaja stammende, in den Gärten häufig gepflanzte dunkelblütige Fingerkraut (Potentilla atrosanguinea) die Blütenknospen. Zwischen 9 und 10 Uhr gehen die Blütenknospen der meisten Tulpen und Opuntien (Tulipa, Opuntia) auf; zwischen 10 und 11 Uhr jene des kleinen Tausendguldenkrautes (Erythraea pulchella) und des Kleinlinges (Centunculus minimus) und zwischen 11 und 12 Uhr jene des aufrechten Fingerkrautes (Potentilla recta). Von Mittag angefangen, ist nun eine lange Pause bis zum Abend. Es ist keine Pflanze bekannt, deren Blütenknospen sich in unsern Breiten und unter gewöhnlichen Verhältnissen am Nachmittage öffnen würden. Sobald sich aber die Sonne dem westlichen Horizont nähert, beginnt das hübsche Spiel von neuem. Um 6 Uhr abends oder kurz vorher springen die Blütenknospen des Geißblattes (Lonicera Caprifolium, Etrusca, Periclymenum) auf; kurz darauf öffnen sich die Blütenknospen der Nachtkerze (Oenothera) und jene der Lichtnelken (Lychnis diurna und vespertina). Zwischen 7 und 8 Uhr die Nachtviolen (Hesperis matronalis und tristis), die Nachtblume (Mirabilis Jalappa), einige Arten des Leimkrautes (Silene noctiflora und vespertina) und mehrere Arten des Stechapfels (Datura Metel, Stramonium); zwischen 8 und 9 Uhr wieder einige Leimkräuter (Silene longiflora, Saxifraga, Vallesia), eine Waldmeisterart (Asperula glomerata) und eine Art des Tabaks (Nicotiana affinis), zwischen 9 und 10 Uhr die in Band I, bei S. 601 abgebildete Königin der Nacht (Cereus nycticalus).

So wie der Beginn ist auch das Ende des Blühens in jedem einzelnen Falle an einen festgestellten Zeitpunkt geknüpft, und es ergibt sich für jede Art eine bestimmte **Blütendauer**. Blüten, welche nur einen Tag offen sind, werden **ephemere** oder **Eintagsblüten** genannt. In der nachfolgenden Tabelle findet sich für eine Reihe ephemerer Blüten die Stunde des **Öffnens** und jene des **Schließens** verzeichnet.

Name der Pflanze	Öffnet sich um	Schließt sich um	Name der Pflanze	Öffnet sich um	Schließt sich um
Allionia violacea . .	3—4 vorm.	11—12 vorm.	Portulaca grandiflora	8— 9 vorm.	6—7 nachm.
Roemeria violacea. .	4—5 "	10—11 "	Calandrinia compressa	9—10 "	1—2 "
Cistus Creticus . . .	5—6 "	5—6 nachm.	Drosera longifolia. .	9—10 "	2—3 "
Tradescantia Virginica	5—6 "	4—5 "	Arenaria rubra . . .	10—11 "	3—4 "
Iris arenaria . . .	6—7 "	3—4 "	Portulaca oleracea .	10—11 "	3—4 "
Hemerocallis fulva .	6—7 "	8—9 "	Spergula arvensis. .	10—11 "	3—4 "
Convolvulus tricolor .	7—8 "	5—6 "	Sisyrinchum anceps .	11—12 "	4—5 "
Oxalis stricta . . .	8—9 "	3—4 "	Mirabilis longiflora .	7— 8 abds	2 —3 vorm.
Hibiscus Trionum . .	8—9 "	11—12 vorm.	Cereus grandiflorus .	8— 9 "	2—3 "
Erodium Cicutarium .	8—9 "	4—5 nachm.	Cereus nycticalus . .	9—10 "	2—3 "

Mit Rücksicht auf die Zahl der Stunden, während deren diese ephemeren Blüten offen bleiben, reihen sie sich in folgender Weise:

	Stunden		Stunden		Stunden
Hibiscus Trionum . .	3	Sisyrinchum anceps. .	5	Iris arenaria	9
Calandrinia compressa.	4	Roemeria violacea . .	6	Convolvulus tricolor .	10
Portulaca oleracea . .	5	Oxalis stricta	7	Tradescantia Virginica	10
Drosera longifolia . .	5	Mirabilis longiflora . .	7	Portulaca grandiflora .	10
Arenaria rubra . . .	5	Cereus grandiflorus. .	7	Cistus Creticus . . .	12
Spergula arvensis . .	5	Allionia violacea. . .	8	Hemerocallis fulva . .	14
Cereus nycticalus . .	5	Erodium Cicutarium .	8		

Aus dieser Tabelle ergibt sich, daß die Pflanzen mit ephemeren Blüten in zwei Gruppen zerfallen, in solche, deren Blumen sich zwischen dem Frühmorgen und Mittag öffnen, und solche, die erst am Abend mit beginnender Dämmerung oder in der Nacht aufgehen, und die man von den ephemeren Blüten im engern Sinne als „epinykte" Blüten unterscheidet.

An die ephemeren Blüten reihen sich jene an, deren Blütenknospen abends zwischen 5 und 7 Uhr aufgehen, die ganze Nacht und auch noch den nächsten Vormittag hindurch offen bleiben und sich erst zur Mittagszeit oder erst am Abend, meistens also 24 Stunden, nachdem sie sich zum erstenmal geöffnet haben, dauernd schließen. Es gehören hierher mehrere Arten des Stechapfels und der Nachtkerze, die Morina, die Nachtblume und einige Kakteen (z. B. Datura Metel, Stramonium, Oenothera biennis, grandiflora, Morina Persica, Mirabilis Jalappa, Echinocactus Tetani).

Eine andre Gruppe von Pflanzen hat das Eigentümliche, daß ihre Blumen im Laufe des Vormittags zum erstenmal aufgehen, sobald die Dämmerung anbricht, sich schließen, am nächsten Morgen sich neuerdings öffnen, aber dann zwischen 2 und 5 Uhr nachmittags abfallen oder matsch werden. Dahin gehören insbesondere mehrere mohnartige Gewächse, zahlreiche Arten des Leines, die Himbeere, einige Fingerkräuter und Nopale (z. B. Glaucium corniculatum und luteum, Papaver alpinum, Linum tenuifolium, Rubus Idaeus, Potentilla recta und Opuntia nana).

In dem nachfolgenden Verzeichnisse sind Pflanzen zusammengestellt, bei welchen sich das Blühen der einzelnen Blüten über zwei bis viele Tage erstreckt.

Es liegt zwischen dem Anfange und Ende des Blühens der einzelnen Blüte ein Zeitraum von 2 Tagen bei Centunculus minimus, Dianthus prolifer, Epilobium collinum, Geranium pratense, Papaver somniferum, Potentilla atrosanguinea und überhaupt den meisten Arten der Gattung Potentilla, Rosa arvensis und mehreren andern Rosen, Saponaria Vaccaria, Sinapis arvensis, Veronica aphylla und zahlreichen verwandten Arten der Gattung Veronica; von 3 Tagen bei Lonicera Caprifolium, Potentilla formosa, Agrimonia Eupatorium, Aphyllanthes monspeliensis, Galium infestum und einigen andern Arten der Gattung Galium, Helianthemum alpestre und den meisten Arten der Gattung Helianthemum; von 4 Tagen bei Lychnis diurna, Sagina saxatilis, Sedum atratum, Scilla liliohyacinthus, Telephium Imperati, Sanguinaria Canadensis; von 5 Tagen bei Eschscholtzia Californica, Fritillaria Meleagris, Scilla Sibirica, Erythraea Centaurium, Linum viscosum; von 6 Tagen bei Digitalis purpurea, Erythraea pulchella, Hemerocallis flava, Lilium album, Oxalis lasiandra; von 7 Tagen bei Ranunculus acer und Pelargonium zonale und verschiedenen andern Ranunkeln und Pelargonien; von 8 Tagen bei Eranthis hiemalis, Hepatica triloba, Parnassia palustris, Saxifraga bryoides; von 10 Tagen bei Cyclamen europaeum; von 12 Tagen bei Crocus sativus und Saxifraga Burseriana; von 18 Tagen bei Vaccinium Oxycoccos; von 30 Tagen bei Cattleya labiata und Vanda coerulea; von 40 Tagen bei Cypripedium insigne und verschiedenen Arten von Odontoglossum; von 50 Tagen bei Epidendrum Lindleyanum und Phalaenopsis grandiflora; von 60 Tagen bei Oncidium cruentum; von 70 Tagen bei Cypripedium villosum und von 80 Tagen bei Odontoglossum Rossii.

Die Dauer einzelner Blüten wechselt demnach bei den verschiedenen Arten von 3 Stunden bis zu 80 Tagen.

Diese auffallende Verschiedenheit steht mit der Menge des Pollens in den einzelnen Blüten sowie mit der Zahl der Blüten an den einzelnen Stöcken im Zusammenhange und ist auch davon abhängig, ob die Narbe der betreffenden Blüte ausschließlich durch Vermittelung der Insekten mit Pollen versehen wird oder nicht. Blüten mit zahlreichen Pollenblättern und reichlichen Pollen, beispielsweise die des Mohnes, der Cistrosen und des Portulaks,

haben immer nur eine kurze Dauer, während umgekehrt diejenigen Blüten, welche nur eine einzige Anthere bergen, wie z. B. die meisten Orchideen, wochenlang frisch bleiben. Wenn die Pflanzenstöcke alljährlich nur eine einzige Blüte entwickeln, wie das Schneeglöckchen (Galanthus), das einblütige Wintergrün (Pirola uniflora), die Einbeere (Paris quadrifolia) und die verschiedenen Arten von Trillium, oder wenn die Zahl der Blüten eines Stockes nur auf zwei bis drei beschränkt ist, wie bei dem Frauenschuhe (Cypipedium Calceolus) und den tropischen Orchideen aus den Gattungen Oncidium, Stanhopea und Cattleya, so bleiben diese vereinzelten oder spärlichen Blüten sehr lange frisch und geöffnet. Es kann ja der Fall eintreten, daß trotz aller den Blüten zu Gebote stehenden Anlockungsmittel infolge ungünstiger Witterungsverhältnisse wochenlang keine Insekten angeflogen kommen. Wenn nun die Blüte so organisiert ist, daß bei dem Ausbleiben pollenbringender Insekten auch die Entwickelung keimfähiger Samen unterbleiben muß, so wäre bei kurzer Dauer des Blühens der Erfolg, welcher mit dem Blühen angestrebt ist, in Frage gestellt, und es könnte dahin kommen, daß der einblütige oder armblütige Pflanzenstock in einem Jahre gar keine Samen zu Tage förderte. Daraus geht aber auch hervor, daß es für solche Blüten sehr vorteilhaft ist, wenn sie möglichst lange ausharren. Je länger sie offen und frisch bleiben, desto größer ist die Wahrscheinlichkeit, daß denn doch einmal Insekten, mit den Pollen andrer Stöcke beladen, anrücken.

Wenn dagegen ein Pflanzenstock im Laufe des Jahres sehr zahlreiche Blüten entwickelt, noch dazu Blüten, welche sich nicht gleichzeitig öffnen, sondern nacheinander an die Reihe kommen, und wenn überdies in diesen Blüten für den Fall ausbleibenden Insektenbesuches Autogamie stattfindet, so kann auch die Dauer der Einzelblüte sehr kurz bemessen sein. Man sieht trotz der kurzen Dauer der einzelnen Blüten den betreffenden Stock dennoch wochenlang mit offenen Blüten geschmückt. Die Tradeskantien (Tradescantia crassula, Virginica ꝛc.) entwickeln Eintagsblüten, aber sie entwickeln sie zwei Monate hindurch fort und fort, und während dieser langen Zeit sieht man die Stöcke täglich mit neuen offenen Blüten besetzt. Dasselbe gilt von den meisten Schotengewächsen, den Cistrosen (Cistus), den Sonnenröschen (Helianthemum), dem Sonnentaue (Drosera) und noch vielen andern. Die zuletzt genannte Pflanze öffnet ihre Eintagsblüten nur bei günstigem Wetter und, wie es scheint, auch da nur an jedem zweiten Tage. Wenigstens an Drosera longifolia wurde beobachtet, daß selbst bei auffallend schöner Witterung nur an jedem zweiten Tage eine Blütenknospe aufspringt. Auf diese Weise wird von den Stöcken mit zahlreichen ephemeren Blüten und von jenen mit einer einzigen, wochenlang offen bleibenden Blüte in der Hauptsache dasselbe geleistet.

Es wurde an einer andern Stelle dieses Buches (S. 107) auseinandergesetzt, daß in Gegenden, wo reichlicher Tau entsteht, die durch längere Zeit offenen Blüten der Gefahr einer Durchnässung ihres Pollens während der Nacht ausgesetzt sind, und daß zur Abwendung dieser Gefahr sehr viele Schutzmittel zur Ausbildung kommen. Eines der häufigsten unter diesen Schutzmitteln besteht darin, daß sich die Blumen während der Nacht schließen. Die Blumenblätter bewegen sich nach einwärts, falten sich, biegen sich, legen sich übereinander, schieben sich zusammen und nehmen wieder jene Lage an, welche sie im Knospenzustande innehatten. Die offene Blüte ist dann gleichsam wieder zur Knospe geworden. Soll der Vorteil, welcher den Blüten durch den Insektenbesuch erwachsen kann, erreicht werden, so muß sich die am Abend geschlossene Blüte am nächsten Tage, sobald die Gefahr der Durchnässung mit Tau vorüber ist und die Insekten wieder schwärmen, neuerdings öffnen. Das geschieht auch in der That, und zwar findet das nochmalige Öffnen um dieselbe Stunde statt, an welcher sich die Blütenknospe zum erstenmal geöffnet hatte. Bei manchen Blumen wiederholt sich das Öffnen nur noch einmal am nächsten Tage

oder am nächsten Abend, bei andern auch noch am dritten, vierten, fünften, — ja bei einigen im Herbste blühenden Safranarten sogar noch am zwölften Tage. Sobald irgend eine Gruppe von Insekten zu schwärmen beginnt, öffnen sich auch die Blüten, welche vermöge ihres Baues für diese Insekten angepaßt sind. Wenn aber die Insekten zu schwärmen aufhören und sich in ihre Quartiere zurückziehen, wenn zugleich die Gefahr einer Benachteiligung des Pollens eintritt, schließen sich die Blumenblätter der betreffenden Blüte über den Pollen zusammen. *Es gibt also Pflanzen, deren Blumen sich periodisch öffnen und schließen.*

Diese merkwürdige Erscheinung hat schon vor langer Zeit die Aufmerksamkeit der Botaniker auf sich gelenkt, und der scharfsichtige *Linné* wurde durch sie angeregt, auf Grund mehrjähriger in Upsala angestellter Beobachtungen eine sogenannte *Blumenuhr* zu entwerfen. Er gruppierte nämlich die Pflanzen nach Maßgabe der Zeit, zu welcher sie ihre Blüten öffnen und schließen, und ermittelte für jede Stunde des Tages diejenigen Arten, bei welchen entweder das eine oder das andre stattfindet. Da man damals die aus zahlreichen Einzelblüten zusammengesetzten Köpfchen der Korbblütler als zusammengesetzte Blüten auffaßte, so wurden auch diese bei Aufstellung der Blumenuhr in Berücksichtigung gezogen, um so mehr, als ja gerade an ihnen die periodischen Bewegungen recht auffallend hervortreten. Freilich sind es hier nicht die Blätter einer Blume, sondern die Blüten eines Köpfchens, welche periodisch zusammenschließen und wieder auseinander gehen, aber der Vorgang ist doch im Hinblicke auf die Ursachen und Ziele derselbe, und es können daher die Korbblütler mit vollem Rechte in den Kreis der Blumenuhr eingeschaltet werden. Würde man die Pflanzen, deren Blüten und Blütenköpfchen sich periodisch öffnen und schließen, auf einem beschränkten Raume nebeneinander pflanzen, so ließe sich an der gewählten Stelle des Gartens die Stunde des Tages wie an einer Uhr ablesen. Die Herstellung einer solchen Blumenuhr wurde in früherer Zeit in botanischen Gärten wiederholt versucht, der Erfolg ist aber insbesondere aus dem Grunde nicht erreicht worden, weil die ausgewählten Pflanzen nur zum geringsten Teile in der gleichen Jahreszeit zum Blühen gelangen. Auch wurde sie späterhin, als andre Richtungen der Botanik in die Mode kamen, als kindische Spielerei erklärt und ganz aufgegeben. So ist die *Linné*sche Blumenuhr verschollen und den jüngern Botanikern kaum mehr dem Namen nach bekannt. Meines Erachtens dürfte es aber für mehrere das Pflanzenleben betreffende Fragen immerhin von Wert sein, der Blumenuhr einige Beachtung zu schenken, und ich kann nicht umhin, dieselbe hier wieder in Erinnerung zu bringen und einige Bemerkungen an dieselbe zu knüpfen. Zunächst sei in der nachfolgenden Tabelle die von *Linné* für die Breite von *Upsala* (60° nördl. Br.) ermittelte Blumenuhr eingeschaltet.

3—5 Uhr morgens:
Tragopogon pratense . . . auf

4—5 Uhr morgens:
Cichorium Intybus . . . . „
Leontodon tuberosum . . . „
Picris hieracioides . . . . „

5 Uhr morgens:
Hemerocallis fulva . . . . „
Papaver nudicaule . . . . „
Sonchus oleraceus . . . . „

5—6 Uhr morgens:
Crepis alpina . . . . . . „
Rhagadiolus edulis . . . . „
Taraxacum officinale . . . „

6 Uhr morgens:
Hieracium umbellatum . . „
Hypochoeris maculata . . . „

6—7 Uhr vormittags:
Alyssum utriculatum . . . auf
Crepis rubra . . . . . . „
Hieracium murorum . . . „
Hieracium Pilosella . . . . „
Sonchus arvensis . . . . . „

7 Uhr vormittags:
Anthericum ramosum . . . „
Calendula pluvialis . . . . „
Lactuca sativa . . . . . „
Leontodon hastile . . . . „
Nymphaea alba . . . . . „
Sonchus Lapponicus . . . „

7—8 Uhr vormittags:
Mesembryanthemum barbatum „
Mesembryanthemum linguiforme . . . . „

8 Uhr vormittags:
Anagallis arvensis . . . . auf
Dianthus prolifer . . . . . „
Hieracium Auricula . . . . „

8—10 Uhr vormittags:
Taraxacum officinale . . . zu

9 Uhr vormittags:
Calendula arvensis . . . . auf
Hieracium chondrilloides . . „

9—10 Uhr vormittags:
Arenaria rubra . . . . . „
Mesembryanthemum crystallinum . . . . „
Tragopogon pratense . . . zu

10 Uhr vormittags:
Cichorium Intybus . . . . „
Lactuca sativa . . . . . „

Rhagadiolus edulis . . . . zu
Sonchus arvensis . . . . . „

10—11 Uhr vormittags:

Mesembryanthemum nodiflorum . . . . auf

11 Uhr vormittags:

Crepis alpina . . . . . . zu

11—12 Uhr vormittags:

Sonchus oleraceus . . . . „

12 Uhr mittags:

Calendula arvensis . . . . „
Sonchus Lapponicus . . . „

1 Uhr nachmittags:

Dianthus prolifer. . . . . „
Hieracium chondrilloides . . „

1—2 Uhr nachmittags:

Crepis rubra . . . . . . „

2 Uhr nachmittags:

Hieracium Auricula . . . „
Hieracium murorum . . . zu
Mesembryanthemum barbatum „

2—3 Uhr nachmittags:

Arenaria rubra . . . . . „

2—4 Uhr nachmittags:

Mesembryanthemum crystallinum . . . . „

3 Uhr nachmittags:

Leontodon hastile . . . . „
Mesembryanthemum linguiforme . . . . „
Mesembryanthemum nodiflorum . . . . „

3—4 Uhr nachmittags:

Anthericum ramosum . . . „
Calendula pluvialis . . . . „
Hieracium Pilosella. . . . „

4 Uhr nachmittags:

Alyssum utriculatum . . . „

4—5 Uhr nachmittags:

Hypochoeris maculata . . . zu

5 Uhr nachmittags:

Hieracium umbellatum . . „
Nyctago hortensis . . . . auf
Nymphaea alba . . . . . zu

6 Uhr nachmittags:

Geranium triste . . . . . auf

7 Uhr nachmittags:

Papaver nudicaule . . . . zu

7—8 Uhr abends:

Hemerocallis fulva . . . . „

9—10 Uhr abends:

Cactus grandiflorus . . . . auf
Silene noctiflora . . . . . „

12 Uhr Mitternacht:

Cactus grandiflorus . . . . zu

An diese für die Breite von Upsala festgestellte Blumenuhr reiht sich eine zweite an, welche das Ergebnis mehrjähriger in Innsbruck (47° nördl. Br.), also um 13 Breitegrade südlicher als Upsala, ausgeführter Beobachtungen ist.

4—5 Uhr morgens:

Rosa arvensis (Juni) . . . auf

5—6 Uhr morgens:

Rosa rubiginosa (Juni) . . „
Solanum nigrum (Juli) . . „

6—7 Uhr morgens:

Anoda hastata (Juli) . . . „
Cichorium Intybus (Juli). . „
Crepis pulchra (Juli) . . . „
Dianthus neglectus (Juli) . „
Gallasia villosa (Juli). . . „
Hieracium amplexicaule (Juli) „
Hieracium aurantiacum (Juli) „
Lactuca perennis (August) . „
Lampsana communis (Juli) . „
Linum grandiflorum (Juli) . „
Linum viscosum (Juli) . . „
Mulgedium Plumieri (Juli) . „
Ranunculus acer (Juli) . . „
Solanum tuberosum (Juli) . „
Sonchus oleraceus (Juni) . . „
Taraxacum officinale (Juni) „
Tragopogon floccosus (Juli) „
Tragopogon orientalis (Juli) „

7—8 Uhr vormittags:

Campanula Trachelium (Juli) „
Carlina acaulis (August) . . „
Carlina vulgaris (August) . „
Crepis rubra (August) . . . „
Gentiana acaulis (Mai) . . „
Geranium lucidum (Juli). . „
Gilea tricolor (Juli) . . . „
Hedypnois tubiformis (Juli) „
Hieracium Pilosella (Juli) . auf
Hypecoum grandiflorum (Juli) „
Hypochoeris maculata (Juni) „
Lactuca muralis (Juli) . . „
Oxalis Valdiviana (Juli) . . „
Sonchus arvensis (August) . „
Specularia Speculum (Juli) . „
Tolpis barbata (August) . . „

8—9 Uhr vormittags:

Adonis vernalis (April) . . „
Brassica oleracea (September) „
Diplotaxis tenuifolia (Septbr.) „
Gentiana asclepiadea (August) „
Gentiana cruciata (Juli) . . „
Gentiana utriculosa (Juni) . „
Geranium columbinum (Aug.) „
Helianthemum alpestre (Juni) „
Isopyrum thalictroides (April) „
Lactuca sativa (August) . . „
Lactuca Scariola (September) „
Mamillaria glochidiata (Aug.) „
Nymphaea alba (August) . . „
Ornithogalum Narbonense (Juli) „
Oxalis lasiandra (August) . „
Veronica Persica (Juni) . . „

9—10 Uhr vormittags:

Anagallis arvensis (Juli) . auf
Anemone Hepatica (April) . „
Anemone nemorosa (April) . „
Calendula officinalis (Sept.). „
Colchicum autumnale (Sept.) „
Crepis pulchra (Juli) . . . zu
Crocus aureus (März) . . . auf
Draba verna (März) . . . auf
Eranthis hiemalis (März) . „
Eschscholtzia Californica (Juni) „
Gallasia villosa (Juli). . . zu
Oxalis Acetosella (April) . . auf
Tulipa silvestris (Mai) . . „
Tussilago Farfara (April) . „
Veronica Chamaedrys (Mai) „

10—11 Uhr vormittags:

Abutilon Avicennae (Juli) . „
Anemone Pulsatilla (März) . „
Anemone vernalis (März) . „
Centunculus minimus (August) „
Erythraea pulchella (August) „
Lampsana communis (Juli) . zu
Tragopogon floccosus (Juli) „
Tragopogon orientalis (Juli) „

11—12 Uhr vormittags:

Crocus laevigatus (Oktober) . auf
Hieracium amplexicaule (Juli) zu
Mesembryanthemum crystallinum (Juli) . . . . . auf
Nicandra physaloides (Juli). „
Sternbergia lutea (Oktober) . „

12—1 Uhr mittags:

Sonchus arvensis (August) . zu

1—2 Uhr nachmittags:

Hieracium Pilosella (Juli) . „
Lactuca sativa (August) . . „
Sonchus oleraceus (Juli) . . „

2—3 Uhr nachmittags:

Cichorium Intybus (August) . „
Hedypnois tubiformis (Juli) . „

Lactuca muralis (Juli) . . zu
Mamillaria glochidiata (Aug.) =
Solanum tuberosum (Juli) . =
Taraxacum officinale (Juni). =

3—4 Uhr nachmittags:

Anagallis phoenicea (Juli) . =
Erythraea pulchella (August) =
Eschscholtzia Californica (Juli) =
Gentiana utriculosa (Juli) . =
Helianthemum alpestre (Juni) =
Hieracium aurantiacum (Juli) =
Hypecoum grandiflorum (Juli) =
Lactuca Scariola (September) =
Nicandra physaloides (Juli) . =
Ornithogalum Narbonense (Juli) =
Oxalis Valdiviana (Juli) . . =
Specularia Speculum (Juli) . =

4—5 Uhr nachmittags:

Calendula officinalis (Septbr.) zu
Centunculus minimus (August) =
Crocus aureus (März) . . . =
Crocus laevigatus (Oktober) . =
Diplotaxis tenuifolia (Septbr.) =
Geranium columbinum (Aug.) =
Isopyrum thalictroides (April) =
Linum grandiflorum (Juli) . zu
Linum viscosum (Juni) . . =
Mesembryanthemum crystallinum (Juli) . . . . . =
Oxalis lasiandra (Juni) . . =

5—6 Uhr nachmittags:

Abutilon Avicennae (Juli) . =
Adonis vernalis (April) . . =
Anemone Hepatica (April) . =
Anemone nemorosa (April) . =
Anemone Pulsatilla (März) . =
Anemone vernalis (März). . =
Colchicum autumnale (Septbr.) =
Draba verna (März) . . . =
Gentiana asclepiadea (August) =
Lactuca perennis (August) . =
Oxalis Acetosella (April). . =
Sternbergia lutea (Oktober) . =
Tulipa silvestris (Mai) . . =
Tussilago Farfara (April) . =
Veronica Chamaedrys (Mai) =
Veronica Persica (Juni) . . =

6—7 Uhr nachmittags:

Anoda hastata (Juli) . . . =
Campanula Trachelium (Juli) zu
Carlina acaulis (August) . . =
Crepis rubra (Juli). . . . =
Dianthus neglectus (Juli) . =
Eranthis hiemalis (März). . =
Gentiana acaulis (Mai) . . =
Hypochoeris maculata (Juni) =
Silene Saxifraga (Juli) . . auf

7—8 Uhr abends:

Carlina vulgaris (August) . zu
Gentiana cruciata (Juli) . . =
Geranium lucidum (Juli). . .
Gilea tricolor (Juli) . . . =
Nymphaea alba (August) . . =
Ranunculus acer (Juni) . . =
Silene Vallesia (Juli) . . . auf
Tolpis barbata (August) . . zu

8—9 Uhr abends:

Brassica oleracea (September) =
Mulgedium Plumieri (Juli) . =
Rosa arvensis (Juni) . . . =
Rosa rubiginosa (Juni) . . =
Silene nutans (Juni) . . . auf
Solanum nigrum (September) zu

In den nachfolgenden Tabellen sind einige Arten, welche sowohl in Upsala als auch in Innsbruck in betreff der Zeit des Öffnens und Schließens der Blüten beobachtet wurden, nebeneinander gestellt.

Öffnen der Blüten in Upsala und Innsbruck:

Name der Pflanze	in Upsala	in Innsbruck	Unterschied in Stunden
Cichorium Intybus	4— 5 vormitt.	6— 7 vormitt.	2
Hemerocallis fulva	5 =	6— 7 =	1—2
Sonchus oleraceus	5 =	6— 7 =	1—2
Taraxacum officinale	5— 6 =	6— 7 =	1
Hypochoeris maculata	6 =	7— 8 =	1—2
Sonchus arvensis	6— 7 =	7— 8 =	1
Lactuca sativa	7 =	8— 9 =	1—2
Nymphaea alba	7 =	8— 9 =	1—2
Anagallis arvensis	8 =	9—10 =	1—2
Arenaria rubra	9—10 =	10—11 =	1

Schließen der Blüten in Upsala und Innsbruck:

Name der Pflanze	in Upsala	in Innsbruck	Unterschied in Stunden
Taraxacum officinale	8—10 vormitt.	2—3 nachmitt.	5—6
Cichorium Intybus	10 =	2—3 =	4—5
Lactuca sativa	10 =	1—2 =	3—4
Sonchus arvensis	10 =	12—1 =	2—3
Sonchus oleraceus	11—12 =	1—2 =	2
Arenaria rubra	1— 3 nachmitt.	3—4 =	1
Hypochoeris maculata	4— 5 =	6—7 =	2
Hemerocallis fulva	7— 8 =	8—9 =	1
Nymphaea alba	5 =	7—8 =	2—3

Aus dieser Zusammenstellung erhellt, daß sich in Upsala die Blüten früher am Tage öffnen und auch früher am Tage schließen als in dem um 13 Breitegrade südlicher gelegenen Innsbruck. Der Unterschied beträgt für das Öffnen 1—2, für das Schließen 1—6 Stunden. Dieses Ergebnis, zumal das frühere Öffnen der Blüten, steht augenscheinlich damit im Zusammenhange, daß die Sonne während der Blütezeit der hier in Betracht kommenden Pflanzen in Upsala um fast anderthalb Stunden früher aufgeht als in Innsbruck.

Hiermit stimmen auch die Beobachtungen überein, welche in Gebirgsgegenden an jenen Gewächsen gemacht wurden, die dort von den tiefsten und wärmsten Thalpunkten bis weit hinauf in die kalten Hochthäler verbreitet sind. Das Leberblümchen (Anemone Hepatica) blüht in der Thalsohle bei Innsbruck (560 m) im März zu einer Zeit, wenn dort die Sonne um 6 Uhr aufgeht, und seine Blüten öffnen sich dort täglich zwischen 9 und 10 Uhr morgens. An den Berglehnen südlich von Innsbruck in der Seehöhe von 1560 m blüht das Leberblümchen im Mai, zu einer Zeit, wo die ersten Strahlen der Sonne schon um 5 Uhr morgens anschlagen, und dort öffnet es die Blüten bereits zwischen 8 und 9 Uhr morgens. Lampsana communis und Sonchus arvensis blühen auf den Feldern des Innthales bei 560 m Seehöhe im Juli, auf den Feldern des benachbarten, um 660 m höher gelegenen Gschnitzthales im August. Im Juli geht bei Innsbruck die Sonne um ¹/₂5 Uhr auf, und es öffnen sich in diesem Monate die Blütenköpfchen der genannten beiden Pflanzen im Innthale zwischen 6 und 7 Uhr morgens, im August verspätet sich der Sonnenaufgang um ungefähr eine Stunde, und dem entsprechend öffnen sich auch die Blütenköpfchen in dem hoch gelegenen Gschnitzthale um eine Stunde später, nämlich erst zwischen 7 und 8 Uhr.

Gewisse Zierpflanzen der Gärten sind in der Entwickelung von Blüten unermüdlich. Monate hindurch kommen immer und immer wieder neue Blüten zum Vorscheine, und erst der Eintritt des strengen Winters macht dem Blühen ein Ende. Zu diesen Pflanzen gehört beispielsweise Catananche coerulea, welche in Wien von Ende Juni bis Ende Oktober in Blüte steht. Die zu Köpfchen vereinigten Blüten zeigen periodisches Öffnen und Schließen; aber wie verschieden ist der Zeitpunkt, in welchem sich die zungenförmigen Blumenkronen zu bewegen beginnen. Ende Juni und im Juli beginnt die Bewegung zwischen 4 und 5, im August und in der ersten Hälfte des Septembers zwischen 5 und 6 und in der zweiten Hälfte des Septembers und Anfang Oktober zwischen 6 und 7 Uhr morgens. Auch an dem weitverbreiteten Löwenzahne (Taraxacum officinale), der in vereinzelten Stöcken Frühling, Sommer und Herbst hindurch blühend angetroffen wird, kann man Ähnliches beobachten. Im Mai öffnen sich seine Köpfchen zwischen 7 und 8, zur Zeit der längsten Tage, im Juni und Juli, zwischen 6 und 7, im August zwischen 7 und 8 und im September zwischen 8 und 9 Uhr morgens.

Die Zahlen, welche hier für die Stunden des Öffnens und Schließens der Blüten angegeben wurden, jene in der Blumenuhr nicht ausgenommen, beziehen sich nur auf ganz oder doch größtenteils heitere Tage. Wenn der Himmel dicht umwölkt ist, wenn Nebel auf den Fluren lagert, oder wenn es regnet, öffnen sich die Blüten entweder gar nicht oder nur halb, oder aber es findet, wenn Bewölkung, Nebel und Regen vorübergehend waren, eine bedeutende Verspätung des Öffnens und auch des Schließens statt, die wegen ihrer Unregelmäßigkeit durch Zahlen nicht zum Ausdrucke gebracht werden kann. Auch ist beizufügen, daß die mitgeteilten Beobachtungen an Pflanzenstöcken mit möglichst günstiger Stellung zur Sonne ausgeführt wurden, und daß sie sich auf die zuerst auf einem solchen Stocke geöffnete Blüte beziehen. Eine solche Beschränkung bei der Auswahl der zu beobachtenden Blüten ist unbedingt notwendig, wenn man halbwegs verläßliche Zahlen erhalten will. Namentlich bei jenen Gewächsen, deren Blüten sich sehr rasch öffnen, ist die größte Sorgfalt

notwendig. An den fast plötzlich aufblühenden Gentianen (Gentiana ciliata, Bavarica, verna) kommt es vor, daß die an der Ost- oder Südseite einer Hügelkuppe wachsenden Stöcke ihre Blüten schon weit geöffnet haben, während an den Stöcken derselben Art, welche einige Schritte davon entfernt an der nördlichen Böschung stehen, die Blüten noch geschlossen sind. An umfangreichen Stöcken der Opuntien ist es etwas Gewöhnliches, daß die Blüten an den sonnenseitigen Ästen um geraume Zeit früher aufgehen als jene an der Schattenseite desselben Stockes und zwar auch dann, wenn sie ganz gleichalterig sind.

Alle diese Beobachtungen weisen gleichmäßig darauf hin, daß an dem Öffnen der Blüten in erster Linie die Sonnenstrahlen beteiligt sind. Wie diese Beteiligung erfolgt, in welcher Weise die mit dem Öffnen der Blüten verbundenen Veränderungen in der Spannung der Gewebe durch den Einfluß der Sonnenstrahlen zu stande kommen, ist freilich schwierig klarzustellen, aber anderseits so interessant, daß es sich doch der Mühe lohnt, darauf näher einzugehen. Zunächst mag man wohl die Frage aufwerfen, ob es das Licht oder die Wärme ist, welches den Anstoß zu den merkwürdigen Spannungsänderungen und Bewegungen der Blumenblätter gibt. Zur Lösung dieser Frage wurden Pflanzenstöcke, deren Blüten erfahrungsgemäß bald nach dem Anschlagen der Sonnenstrahlen am Vormittage sich öffnen, nämlich Gentiana Rhaetica und asclepiadea, in einen umfangreichen Glascylinder gegeben und die Luft in diesem Glascylinder bei gleichmäßiger niederer Temperatur erhalten. Zu diesem Zwecke genügte es, den einen Cylinder mit einem zweiten von größerm Durchmesser zu umgeben und durch den Raum zwischen beiden Cylindern fortwährend Quellwasser von der gleichmäßigen Temperatur von 7° fließen zu lassen. Die Blüten der zur Beobachtung in den innern Cylinder gestellten Pflanzen waren also zunächst von Luft mit einer Temperatur von 7° und weiterhin von einer dieselbe Temperatur zeigenden Wasserschicht wie von einem Mantel umgeben. Da eine solche Wasserschicht nur Lichtstrahlen durchläßt, dagegen die Wärmestrahlen zurückhält, so konnten nur die erstern bewirken, daß sich die zum Versuche gewählten Blüten öffnen. Im Dunkel der Nacht und auch noch am frühen Morgen waren die Blüten der Gentianen im Glascylinder geschlossen. Nun wurden sie von den Strahlen der Morgensonne getroffen, und siehe da, bald danach gingen sie weit auseinander! Und doch hatte sich die Temperatur der die Blüten umgebenden Luft nicht erhöht, und alle Wärmestrahlen waren von dem Wassermantel zurückgehalten worden. Gestützt auf dieses Ergebnis, ist man gewiß berechtigt, anzunehmen, daß die Lichtstrahlen das Öffnen der Gentianablüten veranlassen können. Wie ungerechtfertigt und einseitig es aber wäre, behaupten zu wollen, daß nur das Licht diese Blüten zum Öffnen bringe, geht aus folgenden, mit denselben Gentianen angestellten Kontrollversuchen hervor. Die abends geschlossenen Blüten blieben die Nacht hindurch einer Temperatur von 7° ausgesetzt und wurden hierauf im dunkeln Raume über die erhitzten, Wärme ausstrahlenden Eisenplatten eines Herdes an eine Stelle gehalten, wo das Thermometer 42° anzeigte. Binnen 3 Minuten waren sie vollständig geöffnet.

Dieser scheinbare Gegensatz findet seine Erklärung durch die Annahme, daß das Licht, welches die im Glascylinder stehenden geschlossenen Blüten der Gentianen traf, in Wärme umgesetzt wurde. Bekanntlich können ja Lichtstrahlen, sobald sie einen Körper treffen und nicht vollständig reflektiert werden, diesen Körper erwärmen (s. Bd. I, S. 483). Das war zweifellos auch bei diesen Gentianablüten der Fall, und man könnte sich den ganzen Vorgang in folgender Weise zurechtlegen. Die Bewegung der Lichtstrahlen wird auf die Blüten übertragen und in jene Bewegungsform umgesetzt, welche wir Wärme nennen. Durch die Wärme aber werden in dem Gewebe der Blüten wieder Änderungen des Turgors, Änderungen in der Spannung der Gewebe und gewiß auch im Wachstum veranlaßt. Es wird also die Wärme wieder in andre Bewegungsformen umgesetzt, und das schließliche Ergebnis ist jene Änderung in der Lage der Blumenblätter, welche unserm Auge als Öffnen der Blume

erscheint. Diese Erklärung verträgt sich auch mit der Vorstellung, daß durch den Einfluß von Licht und Wärme der Wassergehalt bestimmter Zellen in abgestorbenen Geweben eine rasche Änderung erfahren kann, und daß auch noch in Blütenteilen, deren Zellen kein lebendiges Protoplasma umschließen, Spannungsänderungen, beziehentlich Bewegungen veranlaßt werden können. Sie verträgt sich weiterhin mit der Vorstellung, daß das periodische Öffnen und Schließen der Blüten mit jenen chemischen Umsetzungen und molekularen Umlagerungen, welche Atmung, Stoffwechsel und Wachstum genannt werden, im Zusammenhange steht. Thatsache ist, daß die Blumen, welche sich periodisch öffnen und schließen, nach dem erstmaligen Öffnen das Wachstum noch nicht abgeschlossen haben, sondern sich fort und fort noch verlängern und verbreitern. Die Blumenblätter der Winterblume (s. S. 114), der Zeitlosen, der Windröschen und Gentianen, die Zungenblüten an den Köpfchen von Bellis, Calendula und Doronicum wachsen in jeder folgenden Nacht um ein gutes Stück in die Länge. Nur solange sie wachsen, findet ein periodisches Öffnen und Schließen statt, sobald sie zu wachsen aufhören, haben auch diese merkwürdigen Bewegungen ihr Ende erreicht.

Mit der Vorstellung, daß in dem Gewebe der Blumenblätter Licht in Wärme umgesetzt werde, steht auch die in Band I, S. 485 vorgebrachte Hypothese über die Bedeutung des Anthokyans im Einklange. Es wurde dort wahrscheinlich gemacht, daß der in allen Abstufungen von Rot zu Blau in den Pflanzenzellen auftretende eben genannte Farbstoff unter anderm auch die Fähigkeit besitze, Licht in Wärme umzusetzen. Nun ist es gewiß von hohem Interesse, zu erfahren, daß die weißen Blumenblätter der sich periodisch öffnenden und schließenden Blüten der Windröschen (Anemone alpina, baldensis, nemorosa, silvestris, trifolia 2c.) an der Rückseite durch Anthokyan einen blauen, violetten oder rötlichen Anhauch zeigen. Auch die Zungenblüten an den periodisch sich öffnenden und schließenden Köpfchen zahlreicher Korbblütler (z. B. Anacyclus officinarum, Bellis perennis, Calendula pluvialis, Hieracium Pilosella) sind an der Rückseite durch Anthokyan rot, violett oder bläulich gefärbt. An den geschlossenen Blüten und Blütenköpfchen ist natürlich nur die Rückseite der Blumenblätter und randständigen Zungenblüten sichtbar, und die Blüten und Köpfchen sieht man daher im geschlossenen Zustande bläulich, violett oder rötlich, während die offenen Blüten und Blütenköpfchen weiß und bei Hieracium Pilosella gelb erscheinen. Die ersten Sonnenstrahlen am kühlen Morgen treffen zunächst nur auf die durch Anthokyan gefärbten Zellenschichten an der Rückseite der zusammenschließenden Blumenblätter, und es liegt nahe, anzunehmen, daß hier dem Anthokyan bei der Umsetzung von Licht in Wärme eine hervorragende Rolle zugeteilt ist.

Wenn sich das Öffnen der Blüten und Blütenköpfchen am Morgen zur Beleuchtung und Erwärmung durch die Sonne wie Wirkung zur Ursache verhält, so wäre weiterhin zu folgern, daß abnehmende Beleuchtung und Erwärmung am Abend ein Schließen der Blüten nach sich ziehe, und es wäre auch zu erwarten, daß geschlossene Blüten und Blütenköpfchen durch Beleuchtung und Erwärmung zu beliebiger Zeit zum Öffnen und offene Blüten und Blütenköpfchen durch Verdunkelung und Abkühlung zu beliebiger Zeit zum Schließen gebracht werden könnten. Für einige hier in Rede stehende Pflanzen trifft das auch wirklich zu. Von Gentiana nivalis wurde bereits früher einmal (S. 116) erzählt, daß sie sich im Verlaufe einer Stunde mehrmals öffnet und schließt, wenn die Sonne wiederholt durch die Wolken bricht und sich immer wieder hinter den Wolken versteckt. Auch mehrere andre Gentianen, die Tulpen, Zeitlosen, Safrane und der Wiesenflachs (Linum catharticum) können in der angegebenen Weise im Laufe eines Tages mehrmals veranlaßt werden, ihre Blüten zu öffnen und zu schließen; sie sind es auch, an welchen der Einfluß des frühern

Aufganges und spätern Unterganges der Sonne in höhern Breiten in überraschendster Weise hervortritt. Aber bei der Mehrzahl der periodisch sich öffnenden und schließenden Blüten und Blütenköpfchen ist die Sache nicht so einfach. Die meisten Arten von Flachs (Linum) und Sauerklee (Oxalis), ebenso die randständigen Blüten an den Köpfchen der Korbblütler führen zwar die der Beleuchtung und Erwärmung entsprechenden Bewegungen pünktlich aus, wenn sie nach längerer nächtlicher Ruhe von den Sonnenstrahlen getroffen werden, mag das nun um 6 Uhr oder 7 Uhr oder 8 Uhr morgens geschehen, aber wenn sie sich späterhin einmal geschlossen haben, so gelingt es nicht mehr, sie am selben Tage durch Beleuchtung und Erwärmung neuerdings vollständig zum Öffnen zu bringen. An der Mehrzahl dieser Pflanzen schließen sich die Blüten und Blütenköpfchen auch nicht bei abnehmender Beleuchtung und Erwärmung am Abend, sondern bei hohem Sonnenstande zur Mittagszeit, ja am Rainsalate und Bocksbarte (Lampsana und Tragopogon) sind die Köpfchen schon wieder geschlossen, ehe die Sonne im Zenith steht und mehrere Stunden, bevor die höchste Tagestemperatur erreicht ist. Und nun erst die Nachtviolen und die zahlreichen Nelkengewächse, welche ihre Blüten erst bei beginnender Dämmerung und sinkender Temperatur öffnen und sich in den Strahlen der aufgehenden Sonne und bei zunehmender Temperatur schließen! Die Erscheinung des Öffnens und Schließens dieser Blüten als eine unmittelbare Folge von Beleuchtung und Erwärmung deuten zu wollen, wäre gleichwertig dem Versuche, den Schlaf der Tiere und des Menschen als unmittelbare Wirkung der eintretenden Dämmerung zu erklären. Einen entfernten mittelbaren Zusammenhang mit dem Wechsel von Hell und Dunkel, von Warm und Kalt wird man immerhin auch in diesen Fällen gelten lassen können, aber dieser Zusammenhang kann doch nur so gedacht werden, daß die Assimilation, der Stoffwechsel und das Wachstum in den Pflanzen gerade so wie in den Tieren eine durch den Wechsel von Tag und Nacht beeinflußte Periodizität einhalten. Nur so kann man sich vorstellen, wie es geschieht, daß gewisse Folgeerscheinungen der Assimilation, des Stoffwechsels und des Wachstumes an verschiedenen Organismen zu verschiedenen Zeiten zum Ausdrucke kommen, wobei daran festzuhalten sein wird, daß die Zeitpunkte, an welchen die Folgeerscheinungen zur Geltung gelangen, sich nach Vorteilen richten, welche den betreffenden Lebewesen zu gute kommen. Für den Menschen ist die Nacht die vorteilhafteste Zeit zum Schlafen, für die Spanner und Eulen ist sie es nicht. Für den Rainsalat (Lampsana communis) ist es mit Rücksicht auf die später zu besprechende schließliche Autogamie von Vorteil, daß sich seine Köpfchen schon im Laufe des Vormittags schließen, für die Nachtviolen und zahlreiche Nelkengewächse aus der Gattung Leimkraut (Silene) ist es mit Rücksicht auf die ihre Blüten besuchenden kleinen Nachtschmetterlinge von Vorteil, wenn sich diese Blüten erst bei eintretender Dämmerung öffnen (s. S. 151).

Eine ganz befriedigende Erklärung ist mit diesen Andeutungen freilich nicht gegeben. Es bleibt völlig rätselhaft, wie das pünktliche Einhalten der aus äußern Einflüssen nicht unmittelbar hervorgehenden periodischen Erscheinungen, insbesondere das Einhalten des Zeitpunktes für das Öffnen und Schließen der Blüten, an den verschiedenen Pflanzenarten erblich geworden ist. Für diejenigen Wißbegierigen, welche sich damit zufrieden geben, wenn sie statt einer Erklärung einen griechisch oder lateinisch klingenden Namen zu hören bekommen, sei hier noch beigesetzt, daß man die zuletzt besprochenen Bewegungen der Blumenblätter autonome Bewegungen genannt hat.

Empfang der Tiere an der geöffneten Pforte der Blüten.

In einer vor Jahren veröffentlichten Abhandlung habe ich die Tiere, welche sich zu den mit Honig, Pollen und andern Genußmitteln gedeckten Tischen im Innern der Blüten als Gäste herandrängen, in zwei Gruppen geteilt, in berufene und unberufene. Die erstern bringen den Pflanzen durch ihre Besuche große Vorteile, und es ist dem entsprechend eine Fülle von Einrichtungen getroffen, welche den Zweck haben, diese Tiere anzulocken; die letztern würden dagegen nicht nur keinen Vorteil, sondern in vielen Fällen entschiedenen Nachteil bringen, sind daher nicht willkommen und müssen, wenn sie sich dennoch einfinden, abgewiesen und abgewehrt werden. Die Anlockungsmittel der Blüten für berufene Gäste wurden bereits in den vorhergehenden Kapiteln dieses Buches besprochen. Im Anschlusse hieran ist nun zu schildern, wie die willkommenen und wie die unwillkommenen Besucher an der Pforte der Blüten empfangen werden.

Zunächst wird die Frage zu erörtern sein, welche Anordnungen getroffen sind, damit den berufenen Gästen die gesuchte Nahrung ohne Zeitverlust, ohne große Anstrengung und, was besonders betont werden muß, zum Vorteile für die bewirtende Pflanze zu teil werde. Es wäre widersinnig, wenn die angelockten und berufenen Gäste bei ihrer Ankunft die mit Honig und andrer Nahrung ausgestatteten Blüten nicht zugänglich fänden, und ebenso wäre es unpassend, wenn in jenen Blüten, wo von der gesuchten Nahrung nichts mehr vorrätig, und wo der Tisch sozusagen schon abgeräumt ist, die Pforte noch weit aufgesperrt bliebe.

Diesen praktischen Grundsätzen entsprechend sind sowohl die noch im Knospenzustande befindlichen Blüten, für welche der Besuch von seiten der Tiere verfrüht wäre, als auch die Blüten, in welchen die Tiere nichts mehr zu thun haben, entweder geschlossen und unzugänglich oder der Anlockungsmittel beraubt. Das Gewöhnlichste ist, daß sich die als Anlockungsmittel dienenden, duftenden und durch ihre Färbung weithin auffallenden Blumenkronen und Perigone ablösen und abfallen, nachdem die von ihnen umgebenen Narben mit Pollen belegt wurden; es gibt aber auch Fälle, wo die Blumenblätter, wenn sie als Anlockungsmittel ihre Schuldigkeit gethan haben, nicht sofort fallen gelassen werden, sondern kürzere oder längere Zeit noch haften bleiben, weil sie noch irgend eine andre Funktion zu übernehmen haben. Solche zurückbleibende Blumen dürfen freilich nicht störend wirken, sie sollen insbesondere den andern nach ihnen an die Reihe kommenden jüngern Blüten nicht die Besucher abwendig machen, mit einem Worte, sie müssen für die Insekten unzugänglich gemacht werden. Das geschieht nun am häufigsten dadurch, daß die Blumenblätter wieder jene Lage einnehmen, welche sie im Knospenzustande hatten, und es kommt gar nicht selten vor, daß eine solche alte Blüte einer geschlossenen Blütenknospe täuschend ähnlich sieht, wie das beispielsweise an der auf S. 154 abgebildeten Yukka der Fall ist. Zuweilen schlägt sich auch ein Lappen des Blumensaumes oder der Blütenscheide wie ein Vorhang über den Eingang zum Blütengrunde, wofür mehrere Aroideen und namentlich auch die europäische Osterluzei ein hübsches Beispiel bieten (s. Abbildung, S. 223, Fig. 8). Eine der häufigsten Erscheinungen ist, daß sich die alten Blüten, in welchen die Insekten nichts mehr zu thun haben, herabbiegen und den jüngern sozusagen aus dem Wege gehen, was man an einer Unzahl Schmetterlingsblütler und Asperifolieen sehr gut sehen kann (s. Band I, S. 702). An Morina Persica und an der brasilischen Rubiacee Exostemma longiflorum sind diese alten Blumen nicht nur herabgeschlagen, sondern auch noch eigentümlich verfärbt, damit sie von den Insekten nicht mehr beachtet werden. Zur Zeit der vollen Blüte sind nämlich die langröhrigen, auf den Besuch von Abend- und Nachtschmetterlingen berechneten Blumenkronen dieser Pflanzen weiß und selbst in der Dämmerung noch auf ziemliche Entfernung deutlich sichtbar, sobald aber die Narben mit Pollen

belegt sind, welken die Blumenkronen, sinken etwas herab und erhalten bis zum nächsten Abend eine trübrote Farbe, so daß man sie in der Dämmerung selbst aus geringer Entfernung nicht mehr bemerken kann.

So ließen sich noch zahlreiche Belege dafür erbringen, daß die mit Anlockungsmitteln für Tiere versehenen Blüten nur nach dem Eintritte jenes Entwickelungszustandes leicht auffindbar und zugänglich sind, in welchem der Besuch der Tiere auch wirklich einen Vorteil bringt. Dann wird allerdings die Zugänglichkeit für die berufenen Gäste soviel wie möglich erleichtert. Nicht nur, daß die Blüten weit offen oder leicht zu öffnen sind, sondern auch die Einstellung der Eingangspforte in der offenen Blüte ist in dieser Periode des Blühens nach jener Seite gerichtet, von welcher ein Besuch der am meisten willkommenen Gäste erwartet werden kann. Bei vielen Pflanzen, für welche als Beispiele die Kaiserkronen (Fritillaria), der Fingerhut (Digitalis) und die meisten Glockenblumen (Campanula barbata, persicifolia, rapunculoides) gelten können, krümmen sich die anfänglich aufrechten Blütenstiele kurze Zeit vor dem Auseinandergehen der Blumenblätter so stark nach abwärts, daß die Eingangspforte der Blüte dem Erdboden zugewendet ist. Für Tiere, welche, vor den Blüten schwebend, den Honig saugen wollen, für Fliegen, welche gewohnt sind, den Honig von einer ebenen Scheibe abzulecken, für alle jene Insekten, die viel zu scheu und vorsichtig sind, als daß sie sich in den Grund einer ausgehöhlten Blüte wagen würden, endlich auch für Käfer, welche große Mengen abgelagerten Pollens verlangen, ist diese Einstellung unbequem und unpassend. Für Hummeln und Bienen ist sie das nicht, diese fliegen von untenher zur Mündung der hängenden Glocken, erfassen die in der Mitte vorragenden Narben, Griffel und Pollenblätter, bisweilen auch die Haare, welche eigens zu diesem Zwecke im Innern der Höhlung angebracht sind, und klettern an diesen mit Leichtigkeit zur honigführenden Kuppel der Glocke empor. Augenscheinlich finden sich die honigsaugenden Hummeln und Bienen bei den glockenförmigen Blumen auch darum mit Vorliebe ein, weil sie dort keine nennenswerten Mitbewerber treffen. Die reichliche Einkehr von seiten der eifrigsten aller Blütenbesucher hat aber weiterhin den Vorteil, daß die angestrebte Übertragung des Pollens von Stock zu Stock sehr regelmäßig zu stande kommt, und insofern kann man wohl sagen, daß die hängenden Glockenblumen nach jener Seite gerichtet sind, von welcher die willkommensten Gäste angeflogen kommen. Es darf übrigens nicht vergessen werden, hier daran zu erinnern, daß die Einstellung der Blütenmündung gegen den Boden auch noch verschiedene andre Vorteile mit sich bringt, von welchen schon früher die Rede war, namentlich den Vorteil, daß durch die gestürzte Lage der Blumenkrone der Pollen am besten gegen Nässe geschützt ist (s. S. 118), und daß die Glockenblumen als Nachtquartier von kleinen pollenübertragenden Aderflüglern gern benutzt werden (s. S. 159).

Bei sehr zahlreichen Gewächsen sieht man die Blütenknospen an aufrechten Stielen und mit dem verschlossenen Ende dem Himmel zugewendet; sobald aber die Blüten für den Empfang der Tiere bereit sind, krümmen sich die Stiele so weit herab, bis die Eingangspforte der Blüte seitlich gerichtet ist. Wenn schließlich ein Besuch der Tiere nicht mehr nützlich ist, welken die Blumenblätter, schrumpfen und fallen ab, oder es wird die ganz alte Blüte hinabgeschlagen und dem Erdboden zugewendet. Dieser Richtungswechsel kommt z. B. in sehr auffallender Weise vor an dem Geißblatte (Lonicera), der Nachtkerze (Oenothera), dem Akanthus (Acanthus), an den Balsaminen (Impatiens), der Geißraute (Galega), dem Steinklee (Melilotus) und insbesondere an zahlreichen Arten des Klees (Trifolium; s. Abbildung, S. 180, Fig. 9).

In ganz eigentümlicher Weise vollzieht sich die Einstellung an einigen Schmetterlingsblütlern, für welche als Vorbild der Goldregen (Cytisus Laburnum) gewählt sein mag (s. Abbildung, S. 220). Solange die sämtlichen Blüten einer Traube noch geschlossene

Knospen darstellen, ist die Spindel des Blütenstandes aufrecht, und die einzelnen Blüten sind so gestellt, daß das unter dem Namen Fahne bekannte Blumenblatt nach oben und das Schiffchen nach unten gekehrt erscheint (Fig. 1); später wird die Spindel des Blütenstandes überhängend, und die Spitze der Traube ist dem Boden zugewendet. Die Blütenknospen sind dadurch in die entgegengesetzte Lage gekommen, die Fahne erscheint jetzt nach unten und das Schiffchen nach oben gekehrt. Bevor sich aber die Fahne von den andern Kronenblättern abhebt und die Blüte dadurch dem Insektenbesuche zugänglich wird, dreht sich der Blütenstiel um 120°; die Fahne erscheint jetzt wieder nach oben



Einstellung der Blüten für den Besuch der Insekten an dem Goldregen (Cytisus Laburnum): 1. Aufrechte Traube; sämtliche Blüten noch geschlossen. — 2. Hängende Traube; ein Teil der Blüten geöffnet. Vgl. Text, S. 219.

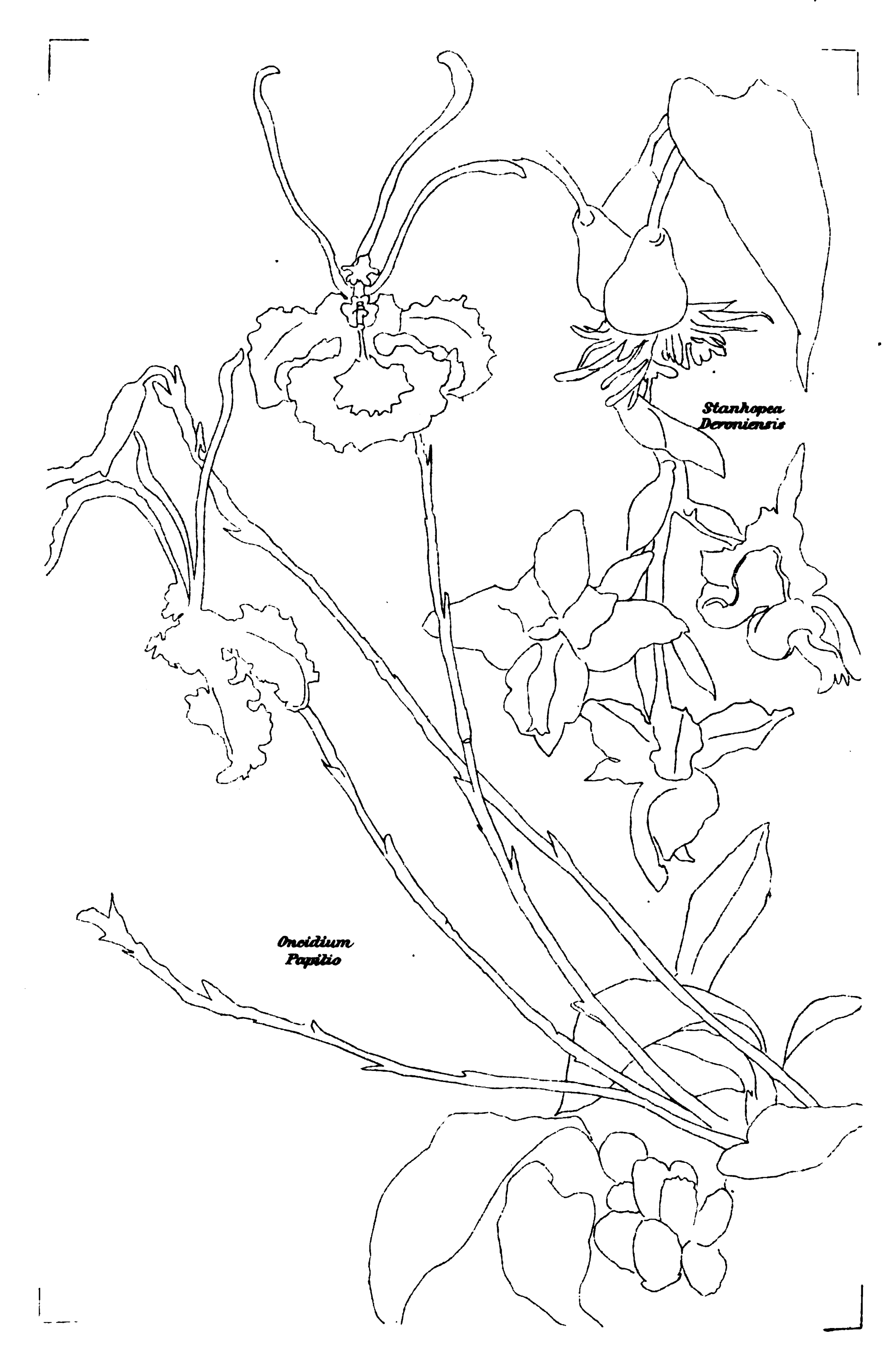
und das Schiffchen nach unten gewendet, wie es die Fig. 2 der obigen Abbildung aufweist. In dieser Lage bietet das Schiffchen den geeignetsten Anflugsplatz für die besuchenden Insekten. Merkwürdigerweise erfolgt die Drehung des Blütenstieles nicht oder nur sehr unvollkommen, wenn die jugendliche Traube des Goldregens mittels eines Bindfadens in aufrechter Stellung erhalten wird. Ebenso unterbleibt die Drehung an den Blüten des mit dem Goldregen nahe verwandten Cytisus Alschingeri, dessen Traubenspindel aber stets aufrecht bleibt, und der sich gerade durch dieses Merkmal von dem Cytisus Laburnum unterscheidet.

Auch die Orchideen bieten in dieser Beziehung eine Menge interessanter Beispiele; nur vollziehen sich bei ihnen die Drehungen und Krümmungen nicht an gewöhnlichen Blütenstielen, sondern an dem stielartigen unterständigen Fruchtknoten. Bekanntlich ist in den



WESTINDISCHE ORCHIDEEN.

(Oncidium Papilio und Stanhopea Devoniensis.)


Stanhopea
Devoniensis
Oncidium
Papilio

Blüten der Orchideen jenes Blatt, welches die ältern Botaniker Lippchen oder Honiglippe nannten, durch Gestalt und Größe besonders auffallend und bietet bei mehr als zwei Dritteln aller Arten den Landungsplatz für die anfliegenden Insekten. In der Knospe ist dieses Blumenblatt nach oben gewendet, und bei einem kleinen Teile der Orchideen, wie z. B. bei dem Kohlröschen (Nigritella) und dem Ohnblatte (Epipogum; s. Abbildung, S. 223, Fig. 10), bleibt diese Lage auch beibehalten. Aber bei den meisten Orchideen, namentlich den auf Wiesen wachsenden Arten mit aufrechten Blütenähren, erfährt der Fruchtknoten eine schraubige Drehung, die so stark ist, daß das, was früher oben stand, nach unten gekehrt erscheint, und daß dann insbesondere die Honiglippe einen trefflichen Anflugsplatz für die Insekten abgibt. Wie erwähnt, erfolgt diese Drehung bei den meisten Orchideen unsrer Wiesen; sie kommt aber auch vor an jenen Arten, welche als Überpflanzen auf der Borke alter Bäume oder auf humusbedeckten Felsterrassen in den Tropen wachsen, wenn diese aufrechte blütentragende Stengel haben, wie z. B. das auf der beigehefteten Tafel „Westindische Orchideen" abgebildete Oncidium Papilio. Ein großer Teil der tropischen baumbewohnenden Orchideen hat freilich keine aufrechten, sondern überhängende blütentragende Stengel, und insbesondere die Arten der Gattung Stanhopea, von welchen eine, nämlich Stanhopea devoniensis, auf der eben angeführten Tafel neben dem Oncidium Papilio abgebildet ist, zeigen die Blüten an herabhängender Spindel ährenförmig angeordnet. Solche Blüten brauchen sich nicht mehr zu drehen, um die Honiglippe in die für den Anflug geeignetste Lage zu bringen, und in der That unterbleibt auch bei Stanhopea und den meisten andern ähnlichen Orchideen jene Drehung des Fruchtknotens, welche sich an dem Oncidium Papilio vollzieht. Bindet man dagegen eine junge Ähre von Stanhopea mittels eines Fadens künstlich in die Höhe, so daß die Spindel des Blütenstandes gerade emporgerichtet ist, so drehen sich alle Blüten derselben binnen 24 Stunden um 180°, so daß also an den aufrechten Ähren die Blüten schließlich genau dieselbe Stellung im Raume einnehmen wie jene der herabhängenden Ähren.

Auf eine ganz eigentümliche Weise erfolgt die Einstellung der Blüten an Gongora galeata, einer im tropischen Amerika heimischen, in den europäischen Gewächshäusern häufig gezogenen Orchidee, deren Ähren ähnlich wie jene der Stanhopea von den Ästen der zum Wohnsitze auserkorenen alten Bäume herabhängen. Zufolge ihrer Form ist bei dieser Pflanze die Honiglippe, wenn sie die ursprüngliche Lage beibehalten würde, als Anflugsplatz nicht benutzbar; daher krümmt sich der stielartige unterständige Fruchtknoten in einem Halbkreise empor, so daß jene Blütenteile, welche früher zur Erde sahen, nun gegen den Himmel gewendet sind, wodurch auch die Honiglippe eine Lage erhält, welche sie zum Anflugsplatze der Fliegen geeignet macht.

Interessant ist auch der Umstand, daß sich bei vielen Pflanzen sämtliche von der aufrechten Spindel ausgehende Knospen nach derselben Seite wenden, so daß dadurch einseitige Ähren und Trauben entstehen, wie man sie besonders bei den Wicken, dem Fingerhute, dem Lerchensporne und den Arten der Gattung Penstemon (Vicia, Digitalis, Corydalis, Penstemon) beobachtet. Stets wendet sich die Eingangspforte der Blüten jener Seite zu, von welcher der Anflug der Insekten oder Kolibris zu erwarten ist. Wenn z. B. eine Fingerhutstaude an der Grenze von Wald und Wiese steht, so sind sämtliche Blüten von dem an Insekten armen schattigen Walde weg und der mit Hummeln und Bienen reichlich bevölkerten sonnigen Wiese zugewendet. Gewisse Lippenblütler aus der Gattung Salvia und Satureja wenden die Mündung ihrer sämtlichen Blüten nur dann nach derselben Seite, wenn sie dicht vor einer steilen Wand stehen. Sobald sie nach allen Seiten frei auf ebenem Boden aufwachsen konnten, sind ihre Blüten nach allen Richtungen der Windrose eingestellt. Ebenso verhält es sich mit jenen Gewächsen, deren gewöhnlicher

Standort die schmalen Gesimse alter Mauern in Ruinen oder die Terrassen steiler Felsabstürze bilden, wie z. B. dem Löwenmaule (Antirrhinum majus) und der im Balkan einheimischen Haberlea (Haberlea rhodopensis), deren Blüten mit der Eingangspforte stets von der Mauer oder vom Felsen abgewendet sind, und zwar auch dann, wenn diese Hinterwand von den Sonnenstrahlen gut durchwärmt und grell beleuchtet sein sollte.

Zu den Besuchern der mit ihrer Eingangspforte seitlich gerichteten Blüten zählen Schwebefliegen, kleine Eulen, Schwärmer, Kolibris und überhaupt alle die Tiere, welche, vor den Blüten schwebend, den Honig saugen. Dieselben bedürfen keines Stützpunktes, und darum entbehren auch die von ihnen vorzüglich oder ausschließlich aufgesuchten Blüten jedweder Einrichtung, welche als Stützpunkt oder Anflugsplatz gedeutet werden könnte.

Die von Honigvögeln und Kolibris umschwärmten seitlich gerichteten Blüten, ebenso die ausschließlich von Abend- und Nachtschmetterlingen besuchten Blumen zeigen weder Platten, Leisten und Fransen noch Stangen, Zapfen und Höcker, auf welche sich die anfliegenden Tiere niederlassen, und an welchen sie sich festhalten könnten. Die Zipfel des Saumes, welche in der Knospenlage die Blütenpforte verschließen, nehmen in der geöffneten Blüte bei dem Geißblatte (Lonicera Caprifolium), bei der von Schwärmern besuchten Stendel (Platanthera bifolia) und bei der von kleinen Honigvögeln ausgesogenen Honigblume (Melianthus major) eine solche Lage an, daß sie als Anflugsstangen und Anflugsplatten ganz ungeeignet wären, ja sie biegen sich von der Einfahrtstelle sogar weg und schlagen sich förmlich zurück, damit sie den vor den Blüten schwebenden und mit dem Rüssel oder Schnabel zum Honig einfahrenden Tieren nicht hinderlich im Wege stehen, wie das aus den Abbildungen auf S. 224, Fig. 9, 10, 11, 12 und 13 gesehen werden kann. Wenn an den von Abendschmetterlingen und Kolibris umworbenen Blüten ein mächtig entwickelter Saum vorhanden ist, wie beispielsweise an Mirabilis longiflora, Nicotiana affinis, Posoqueria fragrans, Narcissus poeticus, Oenothera biennis, so eignet sich derselbe zufolge seiner Zartheit und seiner Richtung niemals als Anflugsplatz, sondern dient mit seiner weißen oder gelben, in der Dämmerung auf ziemliche Entfernung sichtbaren Farbe nur als Anlockungsmittel.

Anders verhält es sich in jenen Fällen, wo die den Blüten zufliegenden Tiere sich zuerst nächst der Eingangspforte niederlassen, um von dort aus zu den versteckten honigführenden Stellen vorzudringen. Ähnlich den Tauben, die in den Taubenschlag kommen wollen, brauchen solche Tiere einen besondern Anflugsplatz, und in der That ist auch für sie an den mit der Eingangspforte seitlich gerichteten Blüten in dieser Beziehung Vorsorge getroffen.

An dem Ohnblatte (Epipogum aphyllum) bildet für die anfliegende Hummel (Bombus lucorum) die aus der Blütenmitte schräg nach abwärts vorragende breite Befruchtungssäule (s. Abbildung, S. 223, Fig. 10, 12 und 13) einen bequemen Anflugsplatz. Im ganzen genommen ist es aber eine seltene Erscheinung, daß die Befruchtungssäule in solcher Weise benutzt wird. Dagegen kommt es oftmals vor, daß die aus der Eingangspforte mehr oder weniger weit über den Saum der Blume vorgestreckten Staubfäden und langen Griffel als Anflugsstange eine Bedeutung erlangen, wie das z. B. an der Roßkastanie (Aesculus), an zahlreichen Liliaceen (Funkia, Anthericum, Paradisia, Phalangium), an dem Natterkopfe, dem Diptam und den Päderoten (Echium, Dictamnus, Paederota), desgleichen an den großblütigen Arten der Gattung Ehrenpreis (Veronica; s. Abbildung, S. 223, Fig. 1) der Fall ist. Noch viel öfter ist es der Saum des Perigons oder der Blumenkrone, welcher zu diesem Zwecke eine eigentümliche Ausbildung erfahren hat. Vor allen sind in dieser Beziehung die Aristolochien bemerkenswert, an deren Blumen eine fast unerschöpfliche Reihe bald flächenförmig ausgebreiteter plattenförmiger, bald stangenförmiger Anflugsplätze beobachtet wird. An der auf S. 162 abgebildeten Aristolochia

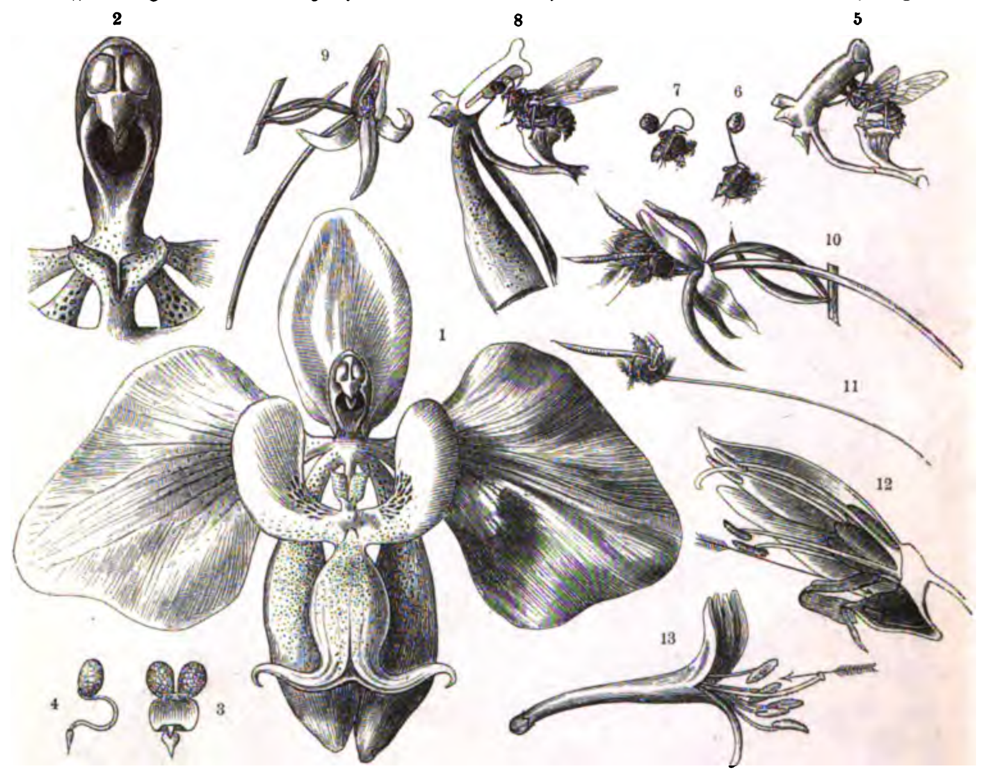
ringens endigt die an der Basis tonnenförmig aufgetriebene Blume in einen schaufelförmigen Anflugsplatz; die in Brasilien heimische Aristolochia labiosa (s. untenstehende Abbildung, Fig. 6) zeigt eine breite Platte vor der schmalen Spalte, welche in die Blütenhöhle führt; an Aristolochia cordata (s. Fig. 7) erhebt sich für die als Gäste willkommenen kleinen Fliegen eine lange dünne Anflugsstange, und die europäische Aristolochia Clematitis (s. Fig. 8 und 9) zeigt eine etwas vertiefte stumpfe Lippe, auf welche sich die Mücken zunächst niederlassen, wenn sie in das Innere der Blüte gelangen wollen.



Einrichtungen zum Empfange der Insekten an der Pforte der Blüten: 1. Veronica Chamaedyrs. — 2. Ophrys cornuta. — 3. Corydalis lutea, von vorn, 4. von der Seite gesehen. — 5. Galeopsis grandiflora. — 6. Aristolochia labiosa. — 7. Aristolochia cordata. — 8. Aristolochia Clematitis; eine der drei Blüten im Welken begriffen und herabgeschlagen; die Lippe des Perigons krümmt sich an dieser Blüte vor die Eingangspforte zum Blütengrunde. — 9. Längsschnitt durch eine Blüte der Aristolochia Clematitis. In dem tonnenförmig aufgetriebenen Blütengrunde zwei Mücken (Ceratopogon), welchen durch die steifen Haare im Blütenhalse der Ausgang verwehrt ist. — 10. Blüte des Epipogum aphyllum. — 11. Pollinien dieser Blüte. — 12. Befruchtungssäule dieser Blüte mit dem herzförmigen Skutellum. — 13. Infolge des Anstreifens mit der Spitze eines Bleistiftes klebt das Skutellum an und es werden die beiden Pollinien aus ihrem Verstecke herausgezogen. — Fig. 9, 11, 12, 13 etwas vergrößert; die andern Figuren in natürlicher Größe. Vgl. Text, S. 218, 221, 222, 225, 226 und in spätern Kapiteln.

Auch die Perigone der Orchideen sowie die Blumenkronen der Lippen- und Rachenblütler zeigen eine an das Unglaubliche grenzende Mannigfaltigkeit von Einrichtungen, welche den Anflug willkommener Gäste zu den Blüten erleichtern sollen. Da finden sich die verschiedenartigsten Buchten, Lappen, Fransen, Höcker und Zapfen an der Unterlippe, welche den heranschwirrenden Fliegen, Wespen, Bienen, Hummeln und Schmetterlingen als einladender Landungsplatz und als Stützpunkt bei dem Einfahren in die honigbergende Höhlung dienen. An der herrlichen Orchidee Phalaenopsis Schilleriana, deren Blüte auf S. 224, Fig. 1 abgebildet erscheint, trägt die zierlich ausgeschweifte flache Unterlippe nahe

ihrer Basis einen Aufsatz, welcher die Gestalt eines Schemels besitzt und den auf die Blüten kommenden Fliegen wirklich auch als Schemel dient. Hinter dem Schemel erhebt sich die Befruchtungssäule, deren Scheitel von der Anthere eingenommen wird, und die etwas tiefer abwärts eine Höhlung, die Narbenhöhle, zeigt. In die Narbenhöhle, deren Innenwand mit Honig überzogen ist, führt eine rundliche Öffnung, welche mit einer offenen Fensterluke verglichen werden könnte, und am obern Rande dieses Fensters



Einrichtungen zum Empfange der Insekten an der Pforte der Blüten: 1. Blüte der Phalaenopsis Schilleriana. — 2. Befruchtungssäule dieser Phalaenopsis: vor und unterhalb der Narbenhöhle erhebt sich von dem Labellum ein Auswuchs, welcher die Gestalt eines Schemels hat. — 3. Pollinien der Phalaenopsis mit dem herzförmigen Skutellum; von vorn gesehen. — 4. Dasselbe, in seitlicher Ansicht. — 5. Eine Fliege, welche sich auf den Schemel gesetzt hat, ihren Kopf in die Narbenhöhle einführt und sich hierbei das Skutellum anklebt. — 6. Kopf dieser Fliege mit den darauf geklebten Pollinien. — 7. Derselbe Kopf; die Stiele der Pollinien haben sich schwanenhalsförmig gebogen. — 8. Eine Fliege, welche die angeklebten Pollinien in die Narbenhöhlung einer andern Blüte einführt; die letztere der Länge nach durchschnitten. — 9. Blüte der Platanthera bifolia. — 10. Dieselbe Blüte von dem Tannenpfeile (Sphinx pinastri) besucht. Von Sphinx pinastri ist nur der Kopf sichtbar, der vorgestreckte Rüssel ist in den langen Sporn der Blüte eingeführt. — 11. Kopf des Sphinx pinastri mit vorgestrecktem Rüssel. — 12. Blüte von Melianthus major in seitlicher Ansicht; die vordern Blumenblätter weggeschnitten. — 13. Blüte der Lonicera Etrusca. — Fig. 2, 3, 4, 6, 7 etwas vergrößert; die andern Figuren in natürlicher Größe. Vgl. Text, S. 222—225 und in spätern Kapiteln.

sieht man das sogenannte Rostellum als eine dreieckige Spitze oder, besser gesagt, ähnlich dem Schnäbelchen eines Vogels in die Luke des Fensters hineinragen (Fig. 2). Wenn eine Fliege den Honig in der Narbenhöhle lecken will, so setzt sie sich auf den Schemel und steckt den Kopf in die Fensterluke (Fig. 5). Dabei berührt sie die äußerst klebrige Spitze des Rostellums, welche sofort an den obern Teil des Kopfes anklebt. Sobald die Fliege nach genossenem Mahle ihren Sitzplatz verläßt, zerrt sie die beiden mit dem Rostellum verbundenen Pollinien aus der Anthere, und ihr Kopf erscheint jetzt wie mit zwei gestielten gelben Kugeln besetzt (Fig. 6). Die Fliege sucht jetzt eine andre Blüte auf und setzt sich dort neuerdings auf den Schemel der Unterlippe. In der kurzen Zeit, welcher es hierzu

bedarf, krümmen sich die Stiele der beiden kugelförmigen Pollinien wie ein Schwanenhals nach vorn herab (s. Abbildung, S. 224, Fig. 7), und wenn nun die Fliege ihren Kopf wieder in die Fensterluke steckt, so werden dabei auch die Pollinien in die Narbenhöhle gestopft (s. Abbildung, S. 224, Fig. 8), wo sie an der Innenwand kleben bleiben.

Sehr auffallend sind auch die Stützpunkte, welche sich für die anfliegenden Insekten auf der Unterlippe der gehörnten Ragwurz (Ophrys cornuta) und des gemeinen Hohlzahnes (Galeopsis Tetrahit) ausgebildet haben. Die Unterlippe der einen zeigt zwei vorstehende Hohlkegel, welche der ganzen Blüte ein gehörntes Aussehen geben (s. Abbildung, S. 224, Fig. 2), jene der letzteren weist zwei Zapfen auf, die sich wie Elefantenzähne ausnehmen, aber im Innern hohl sind und dieser Pflanze den Namen Hohlzahn eingetragen haben (s. Abbildung, S. 224, Fig. 5). An den Blüten des allbekannten Löwenmaules (Antirrhinum) und der mit diesen verwandten zahlreichen Arten der Gattung Leinkraut (Linaria; s. Abbildung auf der Tafel bei S. 169) erheben sich von der Unterlippe zwei auffallende Höcker als Anflugsplätze, und es ist hier noch die weitere Einrichtung getroffen, daß diejenigen Insekten, welche als Gäste willkommen sind, durch den Druck, welchen sie beim Anfliegen auf den geschlossenen Rachen der Blüte ausüben, die Unterlippe herabdrücken und ein Öffnen des Rachens veranlassen. Es ist in der That ergötzlich zuzusehen, wenn eine Hummel zu dem Löwenmaule summend heranschwirrt, um sich auf die gelben Höcker der Unterlippe niederzulassen, wie dann der Rachen unter Mitwirkung scharnierartiger Gelenkbildungen an beiden Seiten der Blumenkrone weit aufgesperrt wird und die Hummel mit Blitzesschnelle in der Höhlung der Blume verschwindet, um dort den für sie vorbereiteten Honig zu holen. Bei den Calceolarien ist der Vorgang noch merkwürdiger. Die Hummel setzt sich auf den Rücken der pantoffelförmig ausgehöhlten Unterlippe und bringt es durch geringes Andrücken an die Oberlippe dahin, daß der Rachen weit aufgesperrt wird. Dabei kommt rückwärts ein in der pantoffelförmigen Höhlung bisher versteckter Honigbehälter zum Vorscheine, ein Lappen, der grubig vertieft und reichlich mit Honig gefüllt ist. Dieser Honigbehälter wird thatsächlich der auf die Unterlippe angeflogenen Hummel wie eine gefüllte Schüssel vor den Mund gesetzt. Allerdings nur so lange, als der pantoffelförmige Teil der Unterlippe hinabgedrückt bleibt; sobald die Blüte von der Hummel verlassen wird, schnellt die Unterlippe wieder in die Höhe, die Blüte schließt sich, und der Honigbehälter ist wieder in der Aushöhlung versenkt.

Eine sehr beachtenswerte Einrichtung, welche hier besprochen zu werden verdient, und welche durch die Fig. 3 und 4 in der Abbildung auf S. 223 dargestellt ist, findet man an der Blüte des gelben Lerchenspornes (Corydalis flava). Die Blumenkrone wird bei dieser Pflanze aus vier Blättern gebildet, einem oberen, einem unteren, einem rechten und linken. Die beiden zuletzt genannten sind in der Größe und Form übereinstimmend und schließen ungefähr so zusammen wie zwei hohle Hände. Das untere ist auffallend klein und spatelförmig gestaltet; das obere ist größer als alle übrigen, verlängert sich rückwärts in einen hohlen Sack, in welchem Honig geborgen ist, und erscheint vorn verbreitert und wie eine Hutkrempe aufgestülpt. Unter dem aufgestülpten Teile des oberen Blattes ist der Zugang zum Honig, und dort müssen auch die Insekten, welche Honig gewinnen wollen, einfahren. Um das bewerkstelligen zu können, setzen sich die anfliegenden Tiere auf die seitlichen, wie zwei hohle Hände zusammenschließenden Blätter. Damit aber dieser Anflugsplatz einen guten Halt gewähre, sind wagerecht abstehende Leisten oder Lappen an demselben ausgebildet, welche sich am besten mit Steigbügeln an den Seiten eines Sattels vergleichen lassen. Diese Steigbügel dienen auch wirklich dem angedeuteten Zwecke; denn die anfliegenden Bienen stützen sich auf sie mit ihren Beinen und reiten gewissermaßen auf den beiden zusammenschließenden seitlichen Blumenblättern wie

auf einem Sattel. Obschon erst später auf die weiteren Vorteile, welche mit dieser Einrichtung verbunden sind, die Rede kommen wird, so ist es doch passend, schon hier zu erwähnen, daß durch ein eigentümliches Hebelwerk der Pollen auf die untere Seite des Hinterleibes der aufsitzenden Insekten gestreut wird.

Mit den Lerchenspornblüten haben jene vieler Schmetterlingsblütler eine auffallende äußere Ähnlichkeit, obschon ihrem Aufbaue ein ganz andrer Plan zu Grunde liegt. Da sind nämlich fünf Kronenblätter vorhanden, von welchen die zwei unteren zusammenschließen und das Schiffchen bilden, zwei mittlere, die von den älteren Botanikern mit Flügeln verglichen und auch als solche bezeichnet wurden, und das obere unpaarige, welches an seinem freien verbreiterten Ende als Fahne aufgestülpt ist. Diese Fahne überdeckt den Zugang zu dem im Hintergrunde der Blüte versteckten Honig, und die Insekten, welche diesen Honig erbeuten wollen, müssen sich entweder auf das Schiffchen oder auf die Flügel setzen. An den Blüten der Esparsette (Onobrychis) sind die Flügel sehr klein und unscheinbar, und hier dient das verhältnismäßig große, weit vorgestreckte Schiffchen als Anflugsstange; bei vielen andern dagegen, wie z. B. bei der Kronenwicke (Coronilla), der Walderbse (Orobus), dem Hornklee (Lotus) und dem Besenstrauche (Spartium), wölben sich die beiden Flügel über das Schiffchen, schließen in der Mitte der Blüte zusammen und bilden eine Art Kissen, das einen bequemen, geräumigen Anflugsplatz darstellt.

Alle diese Blüten haben das Eigentümliche, daß ihre Blätter nicht gleichmäßig nach allen Seiten ausgebildet sind. Nur die rechte und linke Blütenhälfte stimmen in Größe und Form miteinander überein, die obere und die untere Hälfte dagegen weichen voneinander ab. Es verhält sich etwa so wie mit dem Antlitze des Menschen, dem Kopfe eines Wirbeltieres und dem Körper eines Insektes, und manche dieser Blüten erinnern ja geradezu an Tierköpfe oder an Schmetterlinge, Fliegen, Spinnen und dergleichen (s. Oncidium Papilio und Stanhopea devoniensis auf der Tafel bei S. 221 und Ophrys cornuta und Galeopsis versicolor in der Abbildung auf S. 223, Fig. 2 und 5). Ich nehme keinen Anstand, dieses bei den Botanikern unter dem Namen Zygomorphismus bekannte Symmetrieverhältnis an den mit der Eingangspforte seitlich gerichteten Blüten mit der Herstellung geeigneter Anflugsplätze für bestimmte Insekten in unmittelbaren Zusammenhang zu bringen.

An den Blüten, deren Eingangspforte nach oben zu gerichtet ist, gleichgültig ob diese als Mündung einer engen Röhre oder als Saum einer flachen Schale erscheint, ist der Zygomorphismus überflüssig, und diese sind auch samt und sonders gleichmäßig nach allen Seiten ausgestaltet. Die Blätter nehmen sich an ihnen aus wie die Speichen eines Rades oder wie die Strahlen, welche von dem Mittelpunkte eines Kreises zur Peripherie verlaufen, und man hat solche Blüten mit Rücksicht auf diesen letzten Vergleich auch aktinomorph genannt.

Solche aktinomorphe, mit ihrer Eingangspforte dem Himmel zugewendete Blüten bieten den anfliegenden Tieren sowohl am Saume als auch im Zentrum geeignete Anflugsplätze. Die Hummeln, welche die aufrechten offenen Blüten der Gentianen (z. B. Gentiana asclepiadea, pannonica, Pneumonanthe, punctata) besuchen, setzen sich zuerst auf den Saum und klettern von dort in die weite Röhre hinab, wo sie mitunter während des Honigsaugens völlig verschwinden. In der Mehrzahl der Fälle aber ist der Saum der Blumenblätter sehr zart und besitzt eine so geringe Tragfähigkeit, daß schwerere anfliegende Insekten, namentlich Käfer, nicht genügenden Halt finden würden, und dann wird regelmäßig die Mitte der Blüte von den heranschwirrenden Insekten vorgezogen. Insbesondere ist es in der Mitte der Blüte die ausgebreitete schildförmige, scheibenförmige oder sternförmige Narbe, welche als trefflicher Anflugsplatz benutzt wird, wie beispielsweise in den Blüten der Tulpen, der Einbeere, der Opuntien, des Mohnes und der

mexikanischen Argemone (Tulipa, Paris, Opuntia, Papaver, Argemone; s. Abbildung, S. 164). Bei den Rosen, Hahnenfüßen und Windröschen sind in der Mitte der aufrechten, dem Himmel zugewendeten Blüten mehrere Stempel zu einem Knopfe oder Büschel vereinigt, wodurch gleichfalls ein brauchbarer Anflugsplatz hergestellt ist (s. nebenstehende Abbildung). Mitunter ist der Griffel, beziehentlich die Narbe gegabelt, und einer der Gabeläste hält eine schräge oder wagerechte Richtung ein, so daß er einer Anflugsstange gleicht, wie man sie an den Nistkasten der Vögel anzubringen pflegt, wofür als Beispiele die Blüten mehrerer Windlinge (z. B. Convolvulus arvensis und Siculus) angeführt werden können. Auch die in der Mitte der aktinomorphen aufrechten Blüten gebüschelten Staubfäden bilden an manchen Blüten, beispielsweise an jenen der Myrten, des Hartheus (Hypericum), der neuholländischen Akazien und verschiedener Malvaceen (wenigstens im ersten Blütenstadium), einen gern benutzten Anflugsplatz.



Hainwindröschen (Anemone nemorosa): 1. Ganze Pflanze in natürlicher Größe. — 2. Die gehäuften Stempel aus der Mitte der Blüte, vergrößert.

Bei den Korbblütlern, Dipsaceen, Proteaceen, Corneen und Doldenpflanzen, ebenso bei vielen Nelken, Baldrianen und Wolfsmilchgewächsen sind zahlreiche kleine Blüten dicht zusammengestellt und zu Büscheln, Köpfchen und Dolden vereinigt, welche den Eindruck einer einzigen großen Blüte machen. Auf solche Blütenstände kommen die Tiere gerade so angeflogen wie auf große Einzelblüten und lassen sich bald am Rande, bald in der Mitte, mitunter auch auf den Hüllblättern nieder, welche bei manchen Arten, wie z. B. bei Cornus florida (s. Abbildung, S. 228), zugleich zu Anlockungsmitteln und Anflugsplatten ausgestaltet sind.

Die Nelken und Skabiosen unsrer Gegenden, deren zu Büscheln oder Köpfchen vereinigte Blüten Honig in ihren Tiefen bergen, werden mit Vorliebe von Faltern, Zygänen und Kleinschmetterlingen, die Blumen der Doldenpflanzen und Wolfsmilchgewächse, deren Honig offen und sichtbar zu Tage liegt, von Fliegen, Wespen und andern kurzrüsseligen Aderflüglern besucht. Zu den Blütenständen der Korbblütler und Proteaceen kommen, entsprechend der Form und Einstellung des ganzen Blütenstandes und je nach der Tiefe, in welcher Honig geborgen und Pollen zu gewinnen ist, die verschiedenartigsten Tiere angerückt. Eine eingehende Schilderung dieser Beziehungen ist aber mit Rücksicht auf den in diesem

Buche gebotenen Raum unthunlich und auch aus dem Grunde nicht unbedingt notwendig, weil zum großen Teile schon Gesagtes wiederholt werden müßte. Nur einer einzigen Pflanze, einer Proteacee, deren Blütenstand eine sehr auffallende Gestalt hat, möge hier noch mit wenigen Worten gedacht sein. Dieselbe heißt Dryandra, ist ein niederer Strauch und bildet einen Bestandteil der unter dem Namen Scrub bekannten Gebüschdickichte Neuhollands. Die Blüten dieser Dryandra sind so gruppiert, daß sie die Umrandung eines Beckens bilden, dessen nach oben gerichtete Weitung 4 cm Durchmesser zeigt. Der Boden dieses Beckens ist



Cornus florida; die zahlreichen kleinen gehäuften Blüten, von vier großen weißen Hüllblättern umgeben, welche zugleich als Anlockungsmittel und Anflugsplatten für die Insekten wirksam sind. (Nach Baillon.) Vgl. Text, S. 227.

nur mit Schüppchen besetzt, und es lagern dort Tropfen einer von den angrenzenden Blüten ausgeschiedenen Flüssigkeit, deren Geruch an fette, sauer werdende Sahne erinnert. Um den Rand dieses seltsamen Beckens stehen, Stecknadeln vergleichbar, die starren, etwas einwärts gebogenen Träger der Stempel. Auf den Scheiteln der Stempel ist in der ersten Zeit des Blühens Pollen aufgelagert, späterhin werden dort die Narben ausgebildet und zwar so, daß sie zur Aufnahme fremden, von Tieren herbeigebrachten Pollens geeignet sind. Auf Insekten ist diese Anordnung der Blüten und des Saftes allem Anscheine nach nicht berechnet. Dagegen ist es sehr wahrscheinlich, daß Känguruhs, welche sich in den Gebüschdickichten des neuholländischen Scrubs aufhalten, herankommen, die Schnauze in den beckenförmigen Blütenstand stecken, den in der Tiefe befindlichen Saft auslecken und bei dieser Gelegenheit unabsichtlich das eine Mal die Umgebung des Mundes mit Pollen behaften, das andre Mal wieder den Pollen an die Narben anstreifen. Die Höhe des Buschwerkes aus Dryandra, zusammengehalten mit der Größe der Känguruhs, ebenso die Form und der

Umfang des beckenförmigen Blütenstandes, verglichen mit der Form und Größe der Schnauze der Känguruhs, machen diese Annahme sehr wahrscheinlich.

Die Anordnungen und Vorkehrungen, welche getroffen sind, um die als Gäste der Blüten willkommenen Tiere ohne Zeitverlust, ohne große Anstrengung und zum Vorteile für die bewirtende Pflanze die gesuchte Nahrung gewinnen zu lassen, werden naturgemäß ergänzt durch **Einrichtungen, welche die Aufgabe haben, nachteilige und daher unwillkommene Besucher aus der Tierwelt von den Blüten zu verscheuchen und abzuwehren.** Nachteilig und unwillkommen sind aber alle Tiere, durch deren Besuch die rasche Übertragung des Pollens von Blüte zu Blüte und die Vorteile der dadurch eingeleiteten Kreuzung beeinträchtigt oder verhindert werden. Als unberufene Gäste haben in erster Linie die **kleinen flügellosen Tiere** zu gelten, welche den Weg über die Stammgebilde einschlagen, über die Stengel emporklettern und über die Blumenhülle schreiten müssen, um den Honig und Pollen zu erreichen. Gesetzt den Fall, es würde ein solches auf den Landweg angewiesenes Tier in das Innere einer Blüte gelangt sein, hätte sich dort Pollen angeheftet und würde nun mit diesem beladen die Blütenpforte wieder verlassen: dasselbe müßte, um den Pollen in die Blüte eines andern Stockes bringen zu können, über den Stengel und das Laub der ersten besuchten Pflanze herabklettern, über den Boden hinschreiten, von da an einem zweiten Pflanzenstocke emporklimmen, oben angekommen in die Blüte einkehren und hier den mitgenommenen Pollen an eine Narbe abladen. Abgesehen von dem Zeitverluste, der hiermit verbunden ist, welchen Fährlichkeiten ist bei dieser Übertragung der Pollen ausgesetzt! Wie leicht wird derselbe auf dem Wege an Laubblättern, Stengeln und Haaren abgestreift und geht durch die Einflüsse von Wind und Wetter auf der Reise zu Grunde, und wie unwahrscheinlich ist es auch, daß eine zweite Blüte, zu welcher das flügellose Insekt trotz aller Gefahren der Reise vielleicht noch etwas Pollen von der zuerst besuchten Blüte mitbringt, gerade die zur Aufnahme des Pollens geeignete ist! Wie ganz anders verhält es sich in dieser Beziehung mit den leichtbeschwingten Insekten und mit den flüchtigen Honigvögeln, namentlich den Kolibris! Mit erstaunlicher Schnelligkeit durchmessen sie die Luft, schwirren von Stock zu Stock, kehren binnen einigen Minuten in 2, 3, 4 und noch mehr Blüten ein und können so die volle mitgenommene Ladung von Pollen ganz frisch und in kürzester Frist weithin übertragen. Ohne Zweifel sind daher Honigvögel und geflügelte Insekten die besten Vermittler der Kreuzung und insofern die berufensten Gäste der Blüten. Und dennoch, auch in betreff dieser rasch vermittelnden, auf dem Luftwege ankommenden Besucher ist eine wichtige Beschränkung zu verzeichnen. Was hilft die flinke Übertragung des Pollens von Stock zu Stock, von Blüte zu Blüte, wenn die übertragenen mit Spermatoplasma erfüllten Zellen nicht an der richtigen Stelle abgeladen werden, wenn mit denselben nicht die Narbe belegt wird, auf der sie keimen und Pollenschläuche treiben sollen? Gesetzt den Fall, eine kleine Fliege würde zur Blüte des roten Fingerhutes angeflogen kommen, sich auf den unteren Rand der Blumenkrone setzen und von hier aus zu dem Honig des Blütengrundes vordringen, ohne dabei die unter der Oberlippe der Blumenkrone geborgene Narbe und die pollenbeladenen Antheren zu streifen. Wir wollen auch annehmen, der Fliege sei der Honig nicht verwehrt gewesen, sie habe sich an demselben gütlich gethan und verlasse nun die Blüte auf demselben Wege, auf welchem sie Einkehr gehalten. Welchen Vorteil hätte die betreffende Pflanze von dem Besuche eines solchen Gastes? Keinen. Ja es würde sich noch der Nachteil ergeben, daß nun der süße Saft, das wichtigste aller Anlockungsmittel, der Blüte fehlt, und daß fürderhin auch jene Insekten, welche zufolge ihres größern Körperausmaßes bei der Einfahrt in die Fingerhutblüte unvermeidlich die Narbe und die pollenbedeckten Antheren zu streifen gezwungen sind, ausbleiben. Durch die Zulassung von Fliegen mit geringem Körperausmaße würde demnach die Übertragung des Pollens von

einer Fingerhutblüte zur anderen und somit die Kreuzung, welche das Ziel all dieser wunderbaren Einrichtungen ist, nicht erreicht werden. Daraus erklärt es sich aber, daß nicht alle Tiere, welche auf dem Luftwege zu den Blüten heranschwirren, als willkommene Besucher zu gelten haben, daß es unter ihnen auch unwillkommene Gäste gibt, und daß insbesondere jenen anfliegenden Insekten und Vögeln, welche zufolge ihrer Gestalt und ihres Körperausmaßes die Kreuzung verschiedener Blüten einzuleiten nicht im stande sein würden, der Zutritt zum Honig verwehrt ist.

Es fehlt auch nicht an Blüten, welche der Gestalt großer und kleiner Insekten zugleich angemessen sind. An der Pforte derselben finden sich besondere Falten, Wülste, Wälle, Gitter, Reusen und Haardickichte, welche den Zugang zwar verengern, beschränken und erschweren, aber nicht vollständig verhindern. Größere kräftige Tiere werden durch die am Eingange aufgeworfenen Wälle, eingeschalteten Falten und vorgeschobenen Gitter nicht beirrt; denn es genügt ein mäßiger Druck, um die Unebenheiten auszugleichen, die Stäbe des Gitters umzubiegen, mit dem Rüssel die weichen Haardickichte zu durchbringen und so die Eingangspforte zu erweitern; kleine schwächere Insekten aber sind angewiesen, die Falten, Wälle und Gitter, welche sie nicht verschieben können, zu überklettern und zu umgehen. Gerade darin liegt aber auch die Bedeutung zahlreicher an der Eingangspforte aufgeworfener Barrikaden. Indem nämlich die kleinen Tiere über sie hinüberzukommen oder ihnen auszuweichen suchen, nähern sie sich so sehr den pollenbedeckten Antheren, beziehentlich den Narben, daß eine Berührung mit denselben unvermeidlich ist. Mittelbar werden also durch diese merkwürdigen Gebilde an der Pforte der Blüten die kleinen Insekten auf den Weg zum Honig hingelenkt und hingewiesen, und in diesem Sinne könnte man sie auch als Wegweiser bezeichnen.

Eine eingehendere Würdigung wird diesen zu teil werden, wenn die Vorgänge bei dem Beladen der blütenbesuchenden Tiere mit Pollen zur Verhandlung kommen. Aber auch hier ist die Besprechung derselben nicht ganz zu umgehen. Es würde schwer halten, die Vorrichtungen, durch welche angeflogene Tiere gezwungen werden, einen bestimmten Weg in das Innere der Blüten einzuschlagen, von denjenigen zu scheiden, welche einen unüberwindlichen Schutzwall gegen unberufene Besucher bilden. Dasselbe gilt auch im Hinblicke auf die Unterscheidung der Schutzmittel in solche, welche gegen die flügellosen, und solche, welche gegen die geflügelten Insekten errichtet sind. Auch diese lassen sich in manchen Fällen nicht streng auseinander halten, und wenn dennoch im nachfolgenden eine Gruppierung und Einteilung derselben vorgenommen wird, so geschieht das nur in der Überzeugung, daß hier sowie in vielen andern ähnlichen Fällen das Verständnis wesentlich gefördert wird, wenn man bei Behandlung des Stoffes eine gewisse Einseitigkeit walten läßt.

Zunächst sollen nun die Einrichtungen, welche als Schutzmittel der Blüten gegen die nachteilige Ausbeutung durch flügellose, vom Boden her aufkriechende Tiere zu gelten haben, geschildert werden. Unter diesen ist eine der merkwürdigsten der mittelbare Schutz des in den Blüten erzeugten Honigs durch den in der Region der Laubblätter ausgeschiedenen Honig, wie er an mehreren Balsaminen, namentlich an der im Himalaja heimischen Impatiens tricornis, beobachtet wird. An dieser Pflanze sind die an der Basis eines jeden Laubblattes stehenden zwei Nebenblättchen in Drüsen umgewandelt. Eine dieser Drüsen ist sehr klein und verkümmert, die andern dagegen auffallend stark entwickelt. Die letztere hatte die Gestalt einer fleischigen, nach oben schwach, nach unten stark gewölbten Scheibe, ist zum Teile der Basis des Laubblattes, zum Teile der Oberhaut des Stengels angewachsen und so gestellt, daß alle Insekten, welche von untenher am Stengel heraufkommen, unvermeidlich an ihr vorüber müssen. Der in dem Gewebe dieser Scheibe gebildete und ausgeschiedene Honig sammelt sich am Scheitel der halbkugeligen nach unten

gewendeten Wulstung dieser Scheibe in Tropfenform an. Auf diese Weise ist den Insekten, welche vom Boden her über den Stengel zu den honigreichen Blüten gelangen wollten, an der Basis eines jeden Laubblattes ein großer Honigtropfen in den Weg gestellt, und sie finden das, was ihnen in den Blüten so begehrenswert erscheint, in reichlicher Menge und viel bequemer und näher schon in der Region der Laubblätter. Die Insekten, namentlich die nach süßen Säften so begierig fahndenden Ameisen, sind auch nicht spröde, sondern greifen eifrig zu, lassen sich den hier angebotenen Honig munden und bemühen sich nicht weiter aufwärts zu den Blüten. Thatsächlich findet man auch in den Blüten der Impatiens tricornis niemals Ameisen, während die am Wege zu den Blüten eingeschalteten Nebenblätter von ihnen förmlich belagert sind. In den Blüten wären diese kleinen Tiere sehr unwillkommene Gäste, indem sie dort zu dem honigführenden ausgesackten Kronenblatte im Hintergrunde der Blume gelangen, ohne Pollen und Narbe zu streifen. Und nicht genug, daß sie dort den Honig rauben könnten, ohne eine Kreuzung zu vermitteln, würden sie auch die geflügelten Insekten vertreiben, für welche dieser Honig vorbereitet ist, für jene nämlich, welche beim Saugen des Honigs aus dem ausgesackten Blumenblatte an die Antheren streifen, sich den Kopf mit Pollen bekleben und diesen dann in andern Blüten wieder auf die Narben bringen. Man ist auf Grund dieser Beobachtung vollauf berechtigt, diese Ablenkung der unwillkommenen Gäste als ein Schutzmittel des Blütenhonigs, beziehentlich der Blüten anzusehen, wenn auch nicht als ein unmittelbares, so doch gewiß als ein mittelbares, ebenso wie man auch im Leben der Menschen die Ablenkung der Begierde nach einem bestimmten Gegenstande als Schutz dieses Gegenstandes betrachtet.

Die Honigabsonderung an den Nebenblättchen, durch welche die Ablenkung der nach süßen Säften so lüsternen Ameisen von den Blüten erfolgt, beginnt bei Impatiens tricornis immer erst, wenn diese Pflanze ihre Blütenknospen öffnet. Es verdient das hier ganz besonders hervorgehoben zu werden, weil man auf die Mutmaßung verfallen ist, daß der Honig aus den Nebenblättchen die Aufgabe habe, mittelbar die grünen Laubblätter vor den gefräßigen Raupen, Schnecken, Käfern 2c. zu schützen. Man hat nämlich an mehreren, zumal tropischen, Pflanzen die merkwürdige Beobachtung gemacht, daß sie mit gewissen kleinen, sehr bissigen Ameisen in einem genossenschaftlichen Verbande leben. Die Pflanzen bieten den Ameisen in besonderen Aushöhlungen Unterstand und geben ihnen durch Ausscheidung von zuckerhaltigen und eiweißartigen Substanzen auch Nahrung; die Ameisen dagegen schützen das Laub gegen die Angriffe der gefräßigen Tiere. Sobald sich der Pflanze, welche den Ameisen Unterstand gibt und sie mit Nahrung versieht, einer der genannten Angreifer des Laubes nähert, setzen sich die Ameisen wie die Besatzung einer Festung zur Wehre und wissen durch ihre Bisse und durch das Ausspritzen von Ameisensäure die Angreifer zu verscheuchen. Auf diese Weise wird z. B. das Laub von Acacia spadicigera und sphaerocephala, Cecropia peltata, Clerodendron fistulosum, Rosa Banksiae und mehrerer anderer Gewächse, für welche man den Namen myrmekophile Pflanzen eingeführt hat, gegen laubfressende Tiere verteidigt, und es wird sich am Schlusse des Kapitels die Gelegenheit ergeben, auch einen Fall zu besprechen, in welchem die Blütenknospen einiger Korbblütler durch Ameisen gegen gefräßige anfliegende Käfer geschützt werden. Für das Laub der Impatiens tricornis bilden aber die Ameisen keine Schutzwehr; zur Zeit der Laubentwickelung ist überhaupt noch kein Honig ausgeschieden und daher auch keine einzige Ameise an der genannten Pflanze zu sehen, und auch später, wenn einmal die Laubblätter ausgewachsen sind und an den scheibenförmigen gedunsenen Nebenblättchen große Honigtropfen hängen, werden die bei diesem leckern Mahle sitzenden Ameisen durch die Berührung der benachbarten Blattspreiten nicht beirrt und setzen sich auch dann, wenn man etwa die Blattspitze abkneipt, nicht zur Wehre.

An das einzige bisher bekannt gewordene Schutzmittel der Blüten gegen flügellose Ameisen durch Ablenkung mittels des Honigs in der Region der Laubblätter reihen sich nun mehrere Vorkehrungen und Einrichtungen, welche als unmittelbare Schutzmittel gegen die vom Boden her zu den Blüten ankriechenden Tiere zu gelten haben. Der flüchtigste Blick auf dieselben offenbart eine merkwürdige Ähnlichkeit mit jenen Vorrichtungen, welche von den Gärtnern in Anwendung gebracht werden, wenn sie die Gewächse ihrer Treibhäuser und die Bäumchen ihrer Baumschulen gegen Raupen, Schnecken, Asseln, Ohrwürmer und anderes Ungeziefer schützen wollen. Um insbesondere das Aufkriechen dieser kleinen zudringlichen Gäste aus der Tierwelt von den in Gewächshäusern gezogenen Pflanzen hintanzuhalten, stellen die Gärtner jene Töpfe, in welchen die schutzbedürftigen Pflanzen enthalten sind, auf leere umgestürzte Gefäße, welche wieder in einem mit Wasser gefüllten Becken so angebracht werden, daß sie ungefähr um eines Daumens Breite über den Wasserspiegel emporragen. Die zu schützenden Pflanzen sind auf diese Weise wie auf eine Insel gestellt, und es wird dadurch die Belästigung derselben von seiten der oben genannten das Wasser scheuenden flügellosen Tiere vollständig beseitigt. In den Baumschulen hinwiederum suchen die Gärtner ihre Bäumchen gegen das ankriechende Ungeziefer dadurch zu schützen, daß sie den Stamm unterhalb der Krone mit einem klebrigen Lappen umgürten oder die Borke an den gefährlichsten Zugängen mit Vogelleim oder irgend einem andern klebrigen Stoffe beschmieren, an welchem die Tiere haften bleiben, wenn sie unvorsichtig genug sind, die klebrigen Ringwälle zu beschreiten. Gegen das Aufkriechen von Raupen, Schnecken und andern mit weicher Oberhaut versehenen Tieren wird auch ein die Stämmchen umgürtender Kranz aus Stacheln und Dornen mit Vorteil in Anwendung gebracht.

Vergleicht man nun diese von den Gärtnern ausgesonnenen Schutzwehren mit jenen Einrichtungen, welche an den wild wachsenden Pflanzen von selbst ausgebildet sind, um die Blüten und zwar insbesondere den Pollen und den Honig in denselben gegen unvorteilhafte Angriffe von seiten aufkriechender Tiere zu verteidigen, so zeigen sie, wie schon bemerkt, eine überraschende Ähnlichkeit. Absperrung mittels Wasser, Behinderung des Zuganges durch Klebestoffe, Ringe und Säume aus stechenden, den anlaufenden oder herankriechenden Tieren entgegenstarrenden Dornen und Stacheln, das sind im wesentlichen die Schutzmittel, durch welche auch von den Blüten der wild wachsenden Pflanzen die nach Honig und Pollen lüsternen, ihren Weg über den Boden, die Stengel und Blütenstiele nehmenden Tiere abgehalten werden.

Was insbesondere die Isolierung durch Wasser anbelangt, so kommt dieselbe den Blüten unzähliger Sumpf- und Wasserpflanzen zu statten. Die Blüten der Seerosen, für welche die auf der Tafel bei S. 181 dargestellte Victoria regia des Amazonenstromes als Vorbild gelten kann, ebenso die Blüten und Blütenstände der Wasserviole (Butomus), des Pfeilkrautes (Sagittaria), des Froschlöffels (Alisma), der Wasserfeder (Hottonia), des Wasserschlauches (Utricularia), der Sumpfblume (Villarsia), des Froschbisses (Hydrocharis), der Wasserschere (Stratiotes) und noch zahlreicher andrer könnten nicht besser gegen die ankriechenden nach Honig und Pollen oder auch nach dem saftreichen Gewebe der Blumenblätter fahndenden Tiere geschützt sein, als dadurch, daß ihre Stengel und Stiele von Wasser rings umgeben sind. Fliegen und Käfer, welche auf dem Luftwege herbeikommen, um Honig zu lecken und Pollen zu fressen, sind gern gesehene Gäste und vermitteln auch thatsächlich bei allen den genannten Pflanzen unzählige Kreuzungen, die flügellosen Insekten, Schnecken und Asseln 2c. sind aber durch das Wasser zurückgehalten. In ähnlicher Weise wirken auch die Wasseransammlungen in den zusammengewachsenen Blattscheiden der Kardendistel (Dipsacus) und des amerikanischen Silphium perfoliatum, welche in Band I, S. 221 besprochen und abgebildet sind, desgleichen die Wasseransammlungen in den

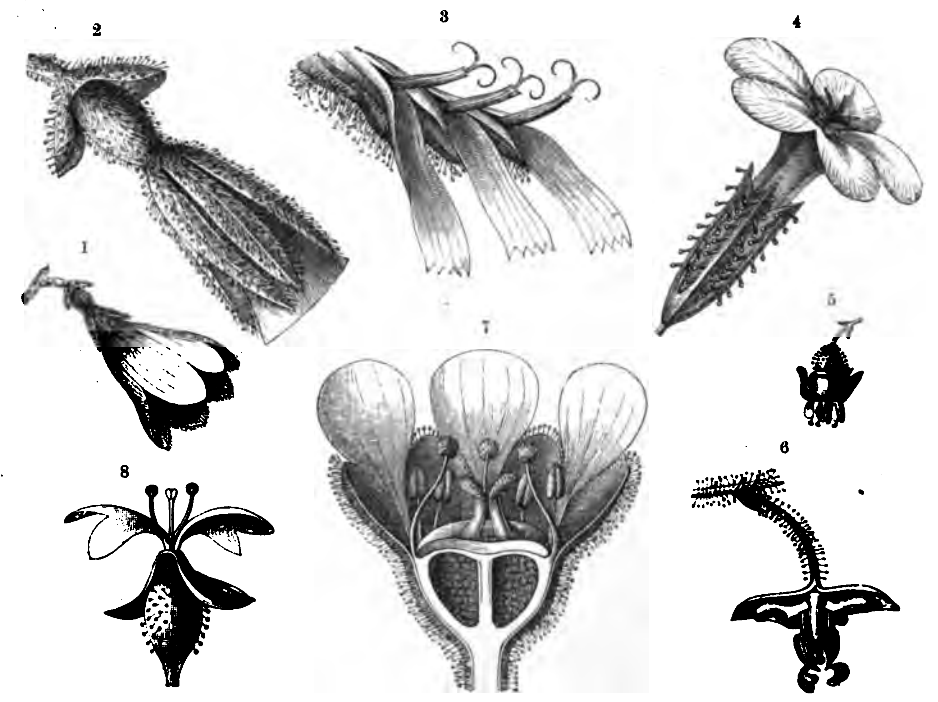
trichterförmig gestalteten Scheiden der rosettenförmig gruppierten Blätter vieler Bromeliaceen (**Aechmea, Billbergia, Lamprococcus, Tillandsia** etc.), wobei aber nicht übersehen werden darf, daß den betreffenden Pflanzen durch die mit Wasser erfüllten Becken und Trichter auch noch andre Vorteile erwachsen (s. Band I, S. 223).

Noch viel häufiger als durch Wasser kommt die Behinderung des Zuganges zu den Blüten durch Klebestoffe zum Ausdrucke. Gewöhnlich ist der von den Pflanzen ausgebildete und an den Zugängen von der Landseite her zu Tage tretende Klebestoff eine dem Vogelleime ähnliche Substanz, deren chemische Zusammensetzung noch nicht genauer ermittelt ist, bisweilen ist es ein dem arabischen Gummi oder Kirschgummi nahe verwandter Körper, und mitunter sind es harzige Stoffe oder Gemenge aus Harz und Schleim, die man mit dem Namen Blastocolla belegt hat. Am seltensten ist es Milchsaft, welcher aus den brüchigen Wänden des Zellgewebes leicht hervorquillt, an der Luft rasch erhärtet und so zu einem Klebemittel wird. Das letztere wird insbesondere an den Asklepiadeen und an vielen Arten der Gattung Lattich (z. B. Lactuca angustana, sativa, Scariola) beobachtet. Die kleinen obersten Laubblätter, die Köpfchenstiele und die wie Dachziegel zusammengestellten Blättchen, welche die Hülle der honigführenden Blüten dieser Pflanzen bilden, strotzen von Milchsaft, sind prall und glatt, und nichts hält die flügellosen kleinen Tiere, namentlich die Ameisen, ab, vom Boden her emporkletternd die Höhenstufe der Blütenköpfchen zu erreichen. Sobald sie aber dort angelangt sind und, in der Richtung der Blüten fortschreitend, die prallen Zellenschichten der Oberhaut berühren, so durchschneiden sie mit den endständigen Krallen ihrer Füße die Wände der Zellen, und sofort quillt aus den gebildeten feinen Rissen Milchsaft hervor. Nicht nur die Füße, sondern auch der Hinterleib sind alsbald mit dem weißen Milchsafte besudelt, und wenn die wehrhaften Ameisen mit den Kiefern in das Gewebe beißen, was regelmäßig geschieht, so werden auch die Freßwerkzeuge mit Milchsaft ganz überzogen. Die Ameisen werden dadurch in ihren Bewegungen schwerfälliger; der Milchsaft ist ihnen lästig, sie suchen sich von demselben zu befreien, ziehen die Füße durch die Mundwerkzeuge und bemühen sich, auch den Hinterleib, wenn er mit Milchsaft bestrichen wurde, zu reinigen. Aber infolge der Bewegungen, welche mit diesen Reinigungsversuchen verbunden sind, entstehen immer wieder neue Risse in der Epidermis, und es quillt neuerdings Milchsaft hervor, welcher den Zustand der Ameisen nur noch ungünstiger macht. Manche dieser Tiere suchen sich zwar dadurch zu retten, daß sie so rasch wie möglich dem Rande der obersten Blätter zueilen und sich auf die Erde hinabfallen lassen, für die meisten ist aber diese Rettung nicht mehr möglich; der Milchsaft erhärtet nämlich an der Luft in kurzer Zeit zu einer braunen zähen Masse, und alle Anstrengungen der Ameisen, sich dieses Klebemittels zu entledigen, sind fruchtlos; die Tiere bewegen sich immer spärlicher und schwächer und erscheinen schließlich an den Hüllblättchen oder den obersten Stengelteilen regungslos als Leichen angekittet.

Die andern erwähnten Klebestoffe entstehen auf zweifache Weise. Entweder bilden für sie bestimmte Zellen der ebenen Oberhaut des Stengels den Ausgangspunkt, oder es erheben sich über die Oberhaut besondere, aus ihren endständigen Zellen klebrige Stoffe ausscheidende Gebilde, welche unter den Namen Drüsen, Drüsenhaare, Stieldrüsen und dergleichen bekannt sind. Im ersten Falle hebt sich von den Zellen der ebenen Oberhaut die Cuticula ab, und es wird in die dadurch entstehenden Klüfte ein Teil des klebrigen Zellinhaltes ausgeschieden. Allgemach wird die Cuticula blasenförmig emporgetrieben, bis sie schließlich platzt und den klebrigen Stoff hervorquellen läßt. Die betreffenden Stellen des Stengels und der Blütenstiele sehen dann gerade so aus, als hätte man sie mit dem Klebestoffe bestrichen, und machen den Eindruck von Leimspindeln. Im zweiten Falle gelangt die klebende Substanz durch Diffusion an die Außenfläche

jener Zellen, welche man Drüsenzellen nennt. Mitunter erfolgt die Befreiung des klebrigen Zellinhaltes auch dadurch, daß die ungemein zarte Haut der Drüsenzellen bei geringem Drucke birst, wobei dann der Klebestoff auf den drückenden Körper übergeht und ihm anhaftet.

Am häufigsten trifft man die als Schutzmittel der Blüten gegen ankriechende Tiere ausgebildeten Klebestoffe an den Blütenstielen und an den Spindeln der Blütenstände. Hier treten sie so auffallend hervor, daß die Erscheinung selbst dem flüchtigsten Beobachter nicht entgehen kann. Mehrere Pflanzen führen sogar im Volksmunde Namen, welche auf die Klebrigkeit der Stengel und auf die Ähnlichkeit derselben mit Leimspindeln

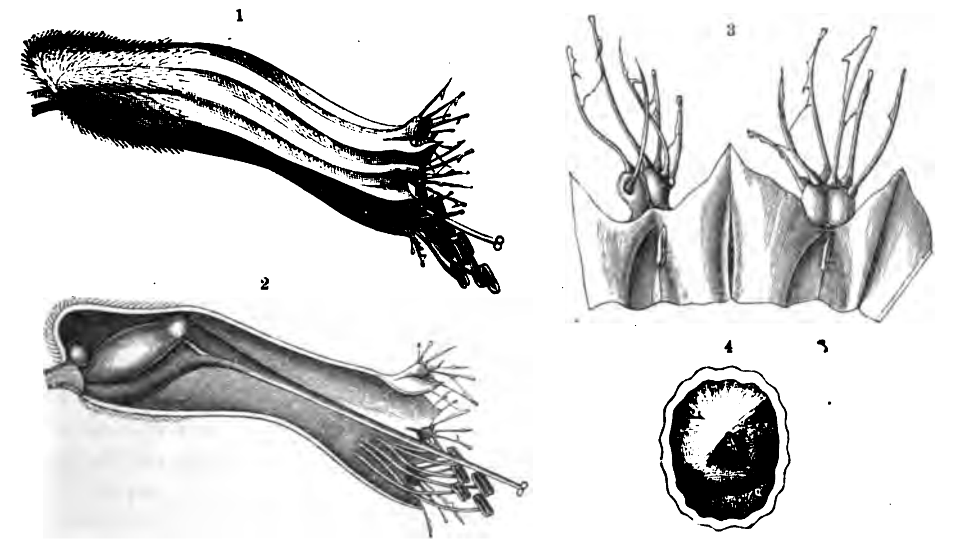


Klebrige Drüsen als Schutzmittel der Blüten gegen aufkriechende kleine Tiere: 1. Blüte der Linnaea borealis. — 2. Kelch, unterständiger Fruchtknoten und Deckblätter derselben Pflanze. — 3. Drei Zungenblüten aus dem Köpfchen der Crepis paludosa mit den darunter stehenden drüsigen Schuppen der Hülle. — 4. Blüte der Plumbago europaea; die Kanten des Kelches mit gestielten klebrigen Drüsen besetzt. — 5. Blüte der Ribes Grossularia; die klebrigen gestielten Drüsen an dem unterständigen Fruchtknoten. — 6. Blüte des Epimedium alpinum; die gestielten klebrigen Drüsen an den Blütenstielen. — 7. Blüte der Saxifraga controversa; der vordere Teil derselben weggeschnitten; die klebrigen gestielten Drüsen am Blütenstiele und an der äußern Seite des Kelches. — 8. Blüte der Circaea alpina; der unterständige Fruchtknoten mit klebrigen Stieldrüsen besetzt. — Fig. 5 in natürlicher Größe; die andern Figuren 2—10fach vergrößert. Vgl. Text, S. 235.

hinweisen, wie beispielsweise das Leimkraut (Silene) und die Pechnelke oder Picknelke (Lychnis Viscaria). Auch die Botaniker früherer Zeiten haben viele Pflanzen mit Rücksicht auf ihre an Leimspindeln erinnernden Stengel sowie im Hinblicke auf die Thatsache, daß an diesen Stengeln so häufig kleine Tiere kleben bleiben, benannt, wie die Namen Silene muscipula, Roridula muscipula und die Bezeichnungen viscidus, viscosus, viscosissimus, glutinosus ꝛc. zeigen, welche insbesondere in den Familien der Skrofularineen, Lippenblütler, Alsineen und nelkenartigen Gewächse sowie bei den Gattungen Ledum, Cistus, Linum, Aquilegia und Robinia oftmals wiederkehren. An den nelkenartigen Gewächsen aus der Gattung Dianthus, Lychnis und Silene, an welchen leimspindelartige Stengel besonders häufig angetroffen werden, ist auch sehr hübsch zu sehen, daß die klebrige Schicht wirklich die Aufgabe hat, die Blüten gegen die Angriffe aufkriechender Tiere zu

schützen. Der untere Teil des Stengels, welcher keine Blüten trägt, ist bei diesen Pflanzen (z. B. bei Dianthus viscidus, Lychnis Viscaria, Silene muscipula) grün und zeigt keine Spur des rotbraunen klebenden Überzuges; dieser beginnt immer erst unter jenem Blattpaare, aus dessen Achseln blütentragende Zweiglein hervorgehen. Auch ist an der Spindel des Blütenstandes jedes Glied nur an der oberen Hälfte, also nur in der unmittelbarsten Nähe der Blüten, als Leimspindel ausgebildet (s. Abbildung, S. 150).

Noch häufiger als der Überzug aus klebrigen, den Rissen der geplatzten Cuticula entquollenen Stoffen ist die Bekleidung der Blütenstiele mit Drüsen und Drüsenhaaren, welche sich schmierig anfühlen, und an welchen die kleinen Tiere bei der leisesten Berührung kleben bleiben. Als Beispiel der vielen hierher gehörigen Pflanzen möge nur die auf S. 234, Fig. 6



Klebrige Borsten am Saume des Kelches als Schutzmittel der Blüten gegen kleine aufkriechende Tiere: 1. Blüte der Cuphea micropetala. — 2. Längsschnitt durch dieselbe Blüte. — 3. Querschnitt durch dieselbe Blüte, in der Höhe der Basis des Griffels. — 4. Ein Stück des Blumensaumes derselben Pflanze, mit den von rundlichen Knöpfen ausstrahlenden klebrigen Borsten. — Fig 1, 2, 3: 2fach; Fig. 4: 8fach vergrößert. Vgl. Text, S. 236.

abgebildete Sockenblume (Epimedium alpinum) hervorgehoben werden. An den Hüllschuppen der Blütenköpfchen und Blütenbüschel sowie an den Kelchen und unterständigen Fruchtknoten findet man klebrige und schmierige Überzüge an der Gattung Grindelia und Clandestina, Drüsenhaare und Stieldrüsen insbesondere an Linnaea, Crepis, Ribes, Circaea, Saxifraga und Plumbago, für welche auf S. 234 mehrere Arten als Beispiele zur Anschauung gebracht sind (Fig. 1, 2, 3, 4, 5, 7 und 8).

Eine hierher gehörige seltsame Ausbildung zeigt auch die obenstehend abgebildete Cuphea micropetala. Wie aus Fig. 3 dieser Abbildung zu ersehen ist, sind hier die Kronenblätter zu winzigen lanzettlichen Blättchen verkümmert, welche der Kelchröhre am oberen Ende nischenförmiger Vertiefungen eingefügt sind. Der Kelch ist bunt gefärbt, röhrenförmig, 22—28 mm lang und 6—7 mm breit, an der Basis, hinter dem Fruchtknoten, ausgesackt und sondert von der Innenfläche dieser Aussackung reichlich Honig ab. Der schräg gestellte Fruchtknoten ist verhältnismäßig groß und zeigt dort, wo er in den Griffel übergeht, nach oben zu einen Wulst, der dicht an die obere Wand der Kelchröhre anschließt (Fig. 2). Da auch die beiden Seitenwände des Fruchtknotens der Kelchröhre dicht anliegen, so ist der Honig in der Aussackung des Kelches wie durch einen Pfropf abgesperrt. Es findet sich aber an dem Fruchtknoten, wie an Fig. 4 der obenstehenden Abbildung zu sehen ist, rechts und links je eine

nach vorn trichterförmig erweiterte Furche, und es entstehen auf diese Weise zwei 0,5 mm weite Kanäle, welche zu der hinter dem Fruchtknoten angebrachten, mit Honig gefüllten Höhle führen und auch selbst mit dem aus der Höhle zufließenden Honig größtenteils erfüllt sind. Anfliegende Insekten, welche Honig gewinnen wollen, und welche durch ihren Besuch vorteilhafte Kreuzungen der Blüten veranlassen, müssen ihren Rüssel in diese Kanäle einführen. Daß es ihnen hierbei sehr unwillkommen wäre, die Mündung der Kanäle von Honig leckenden Ameisen belagert und so den Zugang behindert zu finden, ist natürlich, und es wäre insofern für diese Pflanze ein Nachteil, wenn der Honig ihrer Blüten auch flügellosen auffriechenden Ameisen zugänglich sein würde. Und dennoch muß gerade der Honig der Cuphea micropetala für die Ameisen eine besondere Anziehungskraft haben, da sich so viele Opfer dieser doch sonst in betreff des Betretens der Klebestoffe äußerst vorsichtigen Tiere an der genannten Pflanze finden. Die Kelchröhre ist zudem so weit, daß die meisten kleineren Arten der Ameisen zu der Mündung der honigführenden Kanäle an den Seitenwänden des Fruchtknotens leicht gelangen könnten. Es wird aber hier der Zugang zu dem Innenraume der Blüte durch ganz eigentümliche Vorrichtungen sowohl den Ameisen als auch allen andern ankriechenden Insekten unmöglich gemacht. Über den verkümmerten Blättchen der Krone erheben sich nämlich am Saume des Kelches knopfförmige Gebilde, deren jedes 4—6 spreizende, reichlich Klebestoff ausscheidende, am besten mit Leimspindeln zu vergleichende Borsten aufsitzen hat (s. S. 235, Fig. 1, 2 u. 3). Diese Leimspindeln bilden zusammengenommen eine Reuse, welche den Saum der Kelchröhre krönt, und welche keine flügellose, von der Basis des Kelches her ankriechende Ameise betreten kann, ohne unrettbar verloren zu sein. Anfliegende Tiere dagegen, welche sich vor der Blüte beim Saugen des Honigs schwebend erhalten, sowie auch solche kleinere anfliegende Tiere, welche etwa die über den Saum des Kelches hinausragenden Pollenblätter sowie den Griffel als Anflugsstange benutzen, werden durch die vom Kelchsaume etwas schräg nach auswärts abstehenden Leimspindeln nicht beirrt, und diese Gäste sind dann auch den Blüten der Cuphea micropetala in hohem Grade willkommen.

Es gibt auch Pflanzen, welche nicht nur an Kelchen, Hüllblättern und Blütenstielen, sondern auch an den Stengelblättern, ja selbst an den rosettenförmig gruppierten grundständigen Blättern mit klebrigen Haaren und Stieldrüsen besetzt oder mit leimartigen Überzügen versehen sind, wie namentlich verschiedene Primeln (Primula glutinosa, viscosa, villosa), Steinbreche (Saxifraga controversa und tridactylites), Crassulaceen (Sedum villosum, Sempervivum montanum) und verschiedene Steppengewächse (Cleome ornithopodioides, Bouchea coluteoides 2c.). Daß diese Pflanzen durch ihre klebrigen Überzüge gegen nachteilige flügellose Besucher der Blüten geschützt werden, unterliegt keinem Zweifel. Man wird auch durch den Augenschein belehrt, daß nicht selten kleine Tiere, welche unvorsichtig genug waren, den gefährlichen zu den Blüten führenden Weg über die Blätter und Stengel zu betreten, kleben bleiben und zu Grunde gehen. Bei manchen derselben dürfte aber auch noch in Betracht kommen, daß die Leichen der angeklebten kleinen Insekten den betreffenden Pflanzen einen Zuschuß zu ihrer Nahrung liefern, und daß sich die sogenannten Drüsenhaare dieser Gewächse ähnlich verhalten wie die analogen Gebilde an den Blättern des im I. Bande auf S. 143 abgebildeten Drosophyllum lusitanicum und der auf Seite 130—137 behandelten Arten des Sonnentaues und Fettkrautes (s. Band I, S. 144—145).

Es ist hier auch der geeignetste Platz, auf die **wachsartigen Überzüge an den Blütenstielen und blütentragenden Zweigen** hinzuweisen, welche zwar der Mehrzahl nach andern Zwecken dienen, bei gewissen Pflanzen aber auch als Schutzmittel gegen die zu den Blüten aufkriechenden, nach Honig verlangenden kleinen Insekten eine Rolle spielen. Für den Wachsüberzug, welcher als bläulicher Reif die mit Blütenkätzchen besetzten Zweige

der Lorbeerweide (Salix daphnoides) und der kaspischen Weide (Salix pruinosa) bedeckt, ist wenigstens diese Rolle über allen Zweifel erhaben. Für die genannten Weiden, welche als zweihäusige Gewächse in betreff der Übertragung des Pollens geradezu auf die rasch fliegenden Bienen angewiesen sind, ist es von größter Wichtigkeit, daß ihr Honig nur diesen Tieren erhalten bleibe und nicht in nutzloser Weise anderweitig verbraucht werde. Flügellose Ameisen sind als nutzlos von dem Genusse des Honigs ausgeschlossen. Wenn dennoch diese Tiere, von den honigreichen, duftenden und weithin wahrnehmbaren Blütenkätzchen angezogen, über die Stämme und Zweige der genannten Weiden emporklettern, so gelangen sie unterhalb der Blütenkätzchen auf die mit Wachs überzogenen Stellen. In ihrer Begierde, den so nahen Honig zu gewinnen, suchen sie auch diese Stellen zu überschreiten, glitschen aber regelmäßig aus und büßen ihren Versuch, zu dem gewitterten süßen Safte zu kommen, mit einem mehrere Meter hohen Sturze auf die Erde.

Obschon bestimmte Beobachtungen nicht vorliegen, ist es doch wahrscheinlich, daß sich auch an Melianthus, Dentaria, Sanguinaria, Fritillaria und verschiedenen andern Pflanzen, deren langgestreckte, infolge des Wachsüberzuges schlüpfrige Stengel und Zweige honigreiche Blüten tragen, Angriff und Abwehr in ähnlicher Weise abspielen.

Durch die mit Wachs und klebrigen Stoffen belegten Zugänge werden vor der Pforte der Blüten insbesondere jene aufkriechenden Insekten zurückgehalten, welche eine ziemlich feste Chitinhülle haben, und unter diesen wieder vorzugsweise die nach süßen Säften so begierigen flügellosen Ameisen. Eine geringere Sicherheit gewähren diese Stoffe gegen Schnecken. Diese Tiere scheuen die Klebestoffe nicht sonderlich. Sie wissen die gefährlichen Stellen dadurch zu überschreiten, daß sie dort Schleim ausscheiden, welcher das Ankleben verhindert. Dagegen sind die Schnecken, wie überhaupt alle Tiere mit weicher Oberhaut, gegen Dornen, Stacheln und steife Borsten sehr empfindlich, und während es den Ameisen gelingt, über die stachligen Laubblätter und über die mit scharfen Spitzen bewehrten Hüllen der Distelköpfe ohne Schaden hinüberzukommen, machen die Tiere mit weichem Körper an solchen Stellen Halt und suchen jede Berührung mit den stechenden Gebilden zu vermeiden. Gegen diese Tiere gibt es keinen bessern Schutz als Stacheln, spitze Zähne und starre, stechende Borsten, welche den Weg besetzen, der zu den Blüten hinführt. Nur ist zu bemerken, daß die weichen Tiere, namentlich Schnecken und Raupen, weder Honig noch Pollen aufsuchen, sondern den Blüten dadurch gefährlich werden, daß sie die ganzen Blumenblätter, Pollenblätter und Fruchtblätter verzehren. Insofern fällt aber die Bedeutung der Stacheln als Schutzmittel der Blüten mit jener als Schutzmittel der Laubblätter teilweise zusammen, und es kann deshalb auf die Schilderung verwiesen werden, welche im I. Bande, S. 399 gegeben wurde. Nur zwei Dinge verdienen in betreff dieser Schutzwehren noch hervorgehoben zu werden, erstens daß in allen jenen Fällen, wo nicht nur das Laub, sondern auch die Blüten gegen aufkriechende Tiere geschützt werden sollen, die Zahl der stachelförmigen Gebilde desto mehr zunimmt, je näher zu den Blüten die betreffende Stelle der Pflanze gelegen ist, und zweitens, daß in sehr vielen Fällen die um die Blüten herumstehenden Stacheln nicht nur als Schutzmittel gegen unberufene Gäste, sondern gleichzeitig auch als Wegweiser zu gelten haben, durch welche anfliegende honigsuchende Tiere veranlaßt werden, in den Blüten dort einzukehren, wo sie sich Pollen aufladen oder den von andern Blüten mitgebrachten Pollen an die Narbe anstreifen müssen.

Die letztere Bemerkung bezieht sich insbesondere auf die aus zahlreichen, dicht zusammengedrängten Deckblättern gebildeten Hüllen der Blüten, welche von den Insekten überschritten werden müssen, wenn der mit Honig gedeckte Tisch erreicht werden soll. Die kleinen, zu Köpfchen und Büscheln vereinigten Blüten der Korbblütler, Skabiosen und Nelken sind bekanntlich sehr reich an Honig. In vielen derselben reicht er über die Röhre

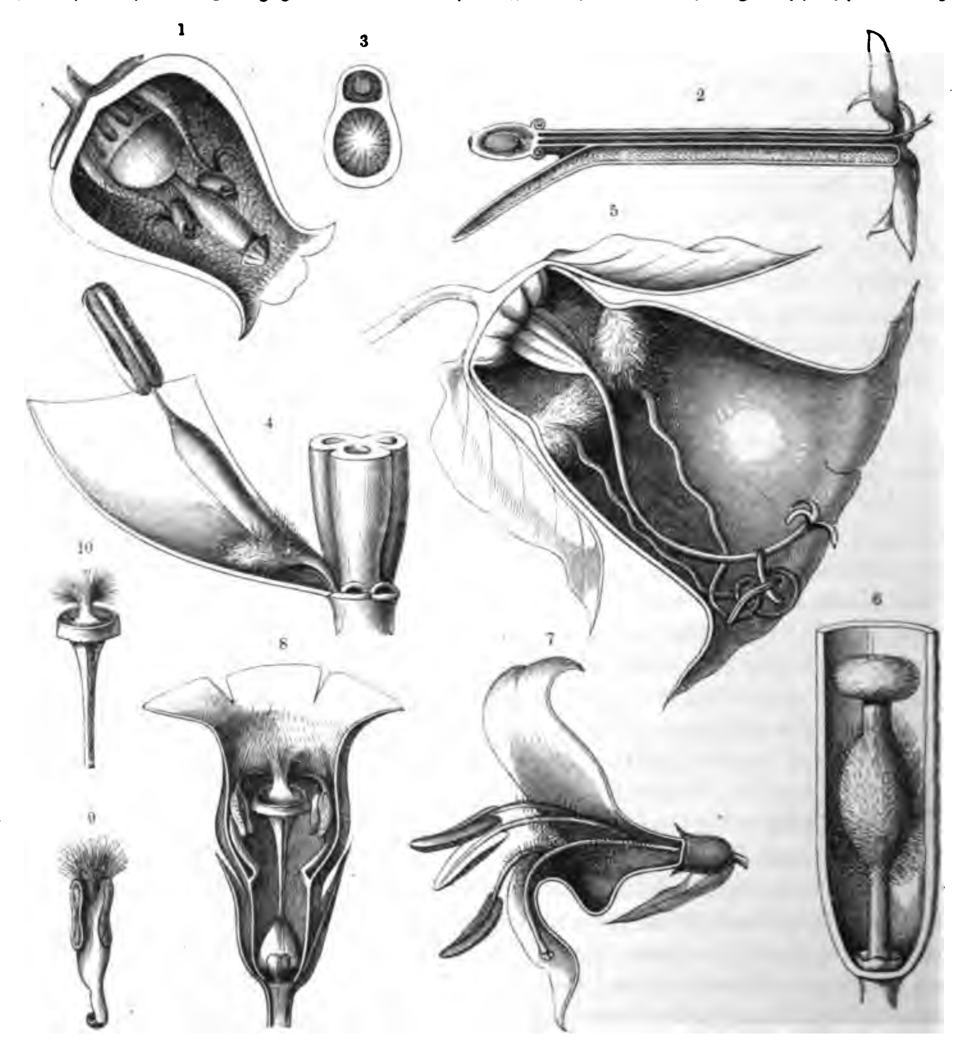
bis zu dem erweiterten Teile der Blumenkrone herauf. Der süße Saft ist aber nur für Insekten ausgeboten, welche von obenher zu den Blüten kommen, wo pollenbedeckte Antheren und Narben am Wege stehen. Die Ausbeutung des Honigs auf anderm Wege, etwa von unten oder von der Seite her, muß vermieden werden. Nun gibt es aber viele Insekten, zumal Bienen und Hummeln, welche, wenn sie Honig unter einer dünnen Hülle wittern, diese Hülle durchbeißen und sich durch eine selbst gebildete Hinterthür in den Genuß des Honigs setzen. Gegen diese muß eine den untern honiggefüllten Teil der Blüten schützende, schwer durchdringbare Hülle angebracht sein, welche einen Angriff von unten oder von der Seite her ausschließt oder doch ziemlich aussichtslos macht. Thatsächlich sind auch in jenen Fällen, wo die aufkriechenden flügellosen Insekten nicht schon tiefer unten am Stengel durch irgend ein Schutzmittel zurückgehalten wurden, die Hüllen als mächtige unüberschreitbare Barrikaden ausgestaltet. Da auch geflügelte Insekten herankommen könnten, um den Honig von der Seite her auszubeuten, so muß auch in dieser Beziehung vorgesorgt sein. Man betrachte nur einen Distelkopf oder das Blütenbüschel einer Nelke und besehe den mächtigen, mehrschichtigen Wall aus dicken, starren und festen, dachziegelförmig aufeinander gelagerten Schuppen, welche die Hülle der gehäuften kleinen honigreichen Blüten bilden. Die kräftigste Hummel würde sich vergeblich bemühen, diesen Wall zu durchbeißen und sich den Zugang zum Honig von der Seite her zu erzwingen. Will sie nicht auf die Ausbeute verzichten und unverrichteter Dinge davonfliegen, so bleibt ihr nichts andres übrig, als über den Schutzwall emporzuklettern und in die honiggefüllten Blüten von obenher einzufahren.

Daß auch ausgeweitete, aufgeblähte und zu blasenförmigen Hüllen verwachsene Hochblätter die Aufgabe haben können, den von ihnen umwallten Honig gegen die Ausbeutung von der Seite her zu schützen und die honigwitternden Insekten auf den Weg durch die mit Antheren und Narben umstellte Pforte der Blüten zu weisen, wird allgemein angenommen und ist auch in einigen Fällen gewiß richtig. Wenn z. B. der Honig von der ihn verhüllenden dünnen Wand eines aufgeblasenen Kelches 20 mm entfernt ist, so würde er von Hummeln, deren Rüssel nur 8 mm lang ist, durch die in die Wand des aufgeblasenen Kelches gebissenen Öffnungen nicht erreicht werden können, es würden diese Hummeln auf dem gewöhnlichen Wege durch die offene Blütenpforte den Honig leichter erreichen und gewiß auch diesen bequemeren Weg einschlagen. Aber ein solches Verhältnis zwischen der Rüssellänge und der Entfernung des Honigs von der dünnen, häutigen Kelchwand kommt nur selten vor; in vielen Fällen beträgt der Abstand kaum 8 mm, so daß die meisten Hummeln durch Anbeißen der aufgetriebenen, zu einer blasenförmigen Hülle verwachsenen Hochblätter den Honig von der Seite her leicht erreichen können. Es darf auch nicht verschwiegen werden, daß es wirklich den meisten Hummeln bequemer ist, den Honig durch Anbeißen solcher Blumen von der Seite her als durch die offene Pforte zu gewinnen, daß thatsächlich die aufgeblasenen Hüllen, Kelche und Kronen als Schutzmittel des Honigs nur für aufkriechende flügellose Insekten, namentlich die Ameisen, eine Bedeutung haben, daß sie aber als Wegweiser für die anfliegenden Hummeln nur in seltenen Fällen ausreichen. Ich zähle unter den Pflanzen der europäischen Flora mehr als 300 Arten, aus deren Blüten der Honig dadurch entnommen wird, daß die Hummeln auf die aufgeblasenen Blumen anfliegen, die dünne, häutige Seitenwand des Kelches oder der Krone anbeißen, durch das gebildete Loch den Rüssel einführen und die bewirtende Pflanze auf diesem Wege des Honigs berauben. Für mehrere dieser Arten, bei welchen die Belegung der Narben nur durch Vermittelung der Insekten erfolgt, wird ein solcher Einbruch und eine solche Beraubung verhängnisvoll. Die Befruchtung bleibt aus, die Samenanlagen gehen zu Grunde, und eine Vermehrung durch Samen ist unmöglich. Solche Pflanzen haben dann sozusagen umsonst geblüht. Darin liegt ein Widerspruch zu der sonst so auffallenden Harmonie

zwischen der Gestalt der Tiere und jener der Pflanzen, und dieser Widerspruch ist nur durch die Annahme zu lösen, daß die Pflanzen, deren Honig von Hummeln gewonnen werden kann, ohne daß dadurch der Vorteil der Übertragung des Pollens, beziehentlich der Kreuzung erreicht wird, aus einer Zeit herstammen, in welcher diese Hummeln, wenigstens im Bereiche der betreffenden Flora, nicht vorhanden waren. Auf der Tauernkette in den östlichen Alpen wächst ein Leimkraut (Silene Pumilio), dessen honigreiche Blüten von Hummeln fleißig besucht werden. Die meisten dieser Tiere verschmähen es aber, durch die offene Pforte der Blüten einzufahren; regelmäßig setzen sie sich auf den aufgeblasenen Kelch, beißen denselben durch und gewinnen so in kürzester Frist den darunter geborgenen Honig. Dieses Leimkraut trägt nur selten Früchte mit keimfähigen Samen, und man beobachtet mitunter Gruppen von mehr als 100 Stöcken mit Fruchtblüten, welche, obschon sie im Sommer reichlich geblüht hatten, dennoch keinen einzigen Samen zur Reife bringen. Dieses Leimkraut wächst gegenwärtig nur in einem engbegrenzten Teile der Alpen, findet sich dort nur an sehr zerstreuten Orten und zeigt nur sehr spärlichen Nachwuchs. Ähnlich verhält es sich mit dem in den Südalpen an beschränkter Stelle vorkommenden Leimkraute Silene Elisabethae und mit mehreren Arten der Gattung Eisenhut und Rittersporn. Wer das sieht, muß selbst dann, wenn er gewagten Hypothesen über die Geschichte der Pflanzenwelt abhold ist, zu der Ansicht kommen, erstens, daß diese endemischen Gewächse in den Alpen im Aussterben begriffen sind, zweitens, daß an diesem Aussterben die Hummeln schuld tragen, welche den Honig nicht durch die offene Pforte der Blüten, sondern durch eine selbst gebildete Hinterthür rauben, und drittens, daß diese Pflanzen aus einer Zeit herstammen, in welcher dort, wo sie wuchsen, die Hummeln noch nicht um die Wege waren, und in welcher die Blüten nur des Schutzes gegen flügellose ankriechende Tiere bedurften.

Während die bisher besprochenen Einrichtungen vorwaltend die Aufgabe haben, die Blüten gegen die vom Boden her ankriechenden Tiere zu schützen, und dem entsprechend entlang dem Wege ausgebildet sind, welchen die Tiere über den Stengel, die Blütenstiele, Hüllblätter und Kelche einschlagen müssen, um den Honig des Blütengrundes zu erreichen, sind die **Schutzmittel gegen die als unberufene Gäste anfliegenden kleinen Tiere** vorwiegend im Innern der Blüten angebracht. Von hervorragendem Interesse sind in dieser Beziehung zunächst **die im Inneren der Blüten ausgebildeten Haare und Fransen.** Dieselben gruppieren sich entweder zu unregelmäßigen Dickichten, welche Baumwollpfröpfen, Flocken und Vliesen ähnlich sehen, oder sie sind regelmäßig nebeneinander gestellt und aneinander gereiht und erscheinen dann als Gitter und Reusen. Im erstern Falle erfüllen sie entweder den ganzen Innenraum der glocken- oder krugförmigen Blumenkrone, wie z. B. an den Blüten der Bärentrauben (Arctostaphylos alpina und Uva ursi; s. Abbildung, S. 240, Fig. 1), oder sie beschränken sich nur auf den röhrenförmigen Teil der Krone, wie bei der kleinen Primel der Hochalpen (Primula minima). An den Alpenröschen (Rhododendron hirsutum und ferrugineum) sowie an mehreren Arten der Gattung Geißblatt (Lonicera nigra, Xylosteum und alpigena; s. Abbildung, S. 240, Fig. 7) ist die Blumenkrone unterwärts mit Haaren besetzt, welche sich mit jenen, die von den Pollenblättern ausgehen, zu einem die Honiggrube verhüllenden Dickichte verbinden. In vielen Fällen ist die Innenseite der Blumenkrone glatt und nur die Basis der Pollenblätter mit Haarflocken besetzt, welche sich vor die Nektarhöhle lagern, wie z. B. bei der Tollkirsche, dem Bocksdorne und dem Speerkraute (Atropa Lycium, Polemonium). An der bekannten Schlingpflanze Cobaea scandens (s. Abbildung, S. 240, Fig. 5) ist die Basis eines jeden Pollenblattes wie in einen weißen Pelz gehüllt, und es bilden die fünf pelzigen Haargewirre zusammen einen förmlichen Pfropf, welcher die Blütenglocke in eine hintere honigführende und eine vordere, die Antheren und Narben bergende Kammer teilt. In den Blüten der Tulpen (s. Abbildung, S. 240, Fig. 4)

wird der Honig von den Pollenblättern abgesondert. Jedes Pollenblatt ist zu unterst an der dem Perigon zusehenden Seite ausgehöhlt, und diese Aushöhlung ist mit Honig erfüllt. Diese Honiggrube wird aber durch ein darüberstehendes Haardickicht vollständig verhüllt, und Insekten, welche den Honig gewinnen wollen, müssen sich unter diesen Haarpfropf eindrängen



Dickichte aus Haaren als Schutzmittel der Blüten gegen unberufene Gäste: 1. Längsschnitt durch die Blüte der Bärentraube (Arctostaphylos Uva ursi). — 2. Längsschnitt durch die Blüte des Centranthus ruber. — 3. Querschnitt durch dieselbe Blüte. — 4. Ausschnitt aus der Blüte einer Tulpe (Tulipa silvestris). — 5. Längsschnitt durch die Blüte der Cobaea scandens. — 6. Längsschnitt durch die Blüte von Daphne Blagayana. — 7. Längsschnitt durch die Blüte von Lonicera alpigena. — 8. Längsschnitt durch die Blüte der Vinca herbacea (die Zipfel des Saumes teilweise weggeschnitten). — 9. Ein einzelnes Pollenblatt derselben Pflanze. — 10. Griffel und Narbe derselben Pflanze. — Fig. 5 in natürlicher Größe; die andern Figuren 3—10fach vergrößert. Vgl. Text, S. 239—241.

und das ganze Pollenblatt emporheben. An der Königsblume (Daphne Blagayana; s. obenstehende Abbildung, Fig. 6) ist der gestielte Fruchtknoten in Haare eingehüllt und dadurch der im Blütengrunde von einem fleischigen Ringwalle reichlich abgeschiedene Honig gegen den Raub durch unberufene Gäste abgesperrt. In den Blüten der auf den pontischen Steppen heimischen Vinca herbacea (s. obenstehende Abbildung, Fig. 8, 9 und 10) sind die Scheitel der Pollenblätter ebensowohl wie der Scheitel des scheibenförmigen Griffelkopfes mit

Haarbüscheln besetzt, die gegenseitig ineinander greifen und dadurch einen Verschluß der Kronenröhre herstellen, der ganz den Eindruck macht, als hätte man einen Propfen aus Baumwolle in die Mündung der Röhre eingefügt. Eine der absonderlichsten, hier noch zu erwähnenden Bildungen findet sich in den Blüten der Spornblume (Centranthus; s. Abbildung, S. 240, Fig. 2 und 3). Hier ist nämlich die 12 mm lange und kaum 1 mm weite Röhre der Blumenkrone durch ein häutiges, dünnes Zwerchfell der Länge nach in zwei Abteilungen gebracht, von welchen die obere engere den fadenförmigen Griffel eingebettet enthält, während die etwas weitere untere nach rückwärts zu in eine sackförmige Verlängerung ausläuft, in welcher Honig ausgeschieden wird. Diese untere Abteilung ist nun von der vorderen Mündung angefangen bis zu dem honiggefüllten Sacke ganz dicht mit Härchen besetzt, welche wohl die Einführung eines Rüssels gestatten, aber kleineren Insekten das Einkriechen bis zum Honig unmöglich machen. Da diese Härchen mit ihren freien Enden sämtlich gegen die Mittellinie der Röhre gerichtet sind (s. S. 240, Fig. 3), so bilden sie gewissermaßen den Übergang zu den Haarkränzen, Reusen und Gittern, welche oben als zweite Form der im Innern der Blüten entwickelten Haargebilde aufgeführt wurden.

Am häufigsten sind die Reusen, Gitter und Kränze aus geraden, elastisch biegsamen Haaren oder Fransen zusammengesetzt, welche von einer ringförmigen Leiste an der Innenseite des röhrenförmigen Teiles der Blumenkrone ausgehen und, wie gesagt, mit ihren freien Enden gegen die Mitte der Kronenröhre gerichtet sind. Bald trifft man diese Reusen oder Haarkränze unmittelbar an der Mündung der Röhre, wie bei dem Ehrenpreise (Veronica officinalis), bald etwas hinter dem vorderen Ende des Schlundes, wie bei dem Eisenkraute (Verbena officinalis), bald wieder tief unten im Grunde der Röhre, wie bei dem Akanthus, dem Phlox, dem Drachenmaule und der Braunelle (Acanthus, Phlox, Horminum, Prunella). Mit Fransen besetzte, ringförmig gruppierte Schuppen in einfacher, doppelter oder dreifacher Reihe sind in den Blüten vieler Gentianen und Passifloren zu sehen. Bei einigen Rautengewächsen, so namentlich bei Haplophyllum, wird aus den von der Basis der Pollenblätter abstehenden Haaren ein Gitter im Blütengrunde gebildet, und bei einer Art des Fichtenspargels (Monotropa) gehen von einem besonderen Wulste unterhalb der Narbe strahlenförmig gruppierte Haare aus, welche bis zu den Kronenblättern reichen und sich als zierliches Gitter darstellen. An der Swertia (Swertia perennis) wird der Honig in kleinen, nahe der Basis der Blumenblätter stehenden Näpfen ausgeschieden, und es erheben sich von dem ringförmigen Walle, welcher diese Näpfe umgibt, zahlreiche Fransen, deren Spitzen zusammenneigen, sich kreuzen, verschlingen und zusammendrehen und so, einem Käfige vergleichbar, die mit Honig gefüllten Vertiefungen überdecken. Mit dieser Aufzählung sind die Formen der Reusen, Gitter und Haarkränze zwar noch lange nicht erschöpft, aber sie dürfte genügen, um ein annäherndes Bild der großen Mannigfaltigkeit, welche in dieser Beziehung besteht, zu geben.

Noch abwechslungsreicher sind übrigens die gegen unberufene Gäste ausgebildeten Schutzmittel, welche durch **Krümmung, Einrollung und gleichzeitige Häufung verschiedener Blütenteile und die dadurch bedingte Einschließung des Honigs in enge Kanäle und besondere Höhlungen** zu stande kommen. Es gehören hierher die langen, engen Röhren, in welche zwar die pollenübertragenden Schmetterlinge ihren sehr dünnen Rüssel einführen, aber die zur Übertragung des Pollens ungeeigneten Tiere nicht hineinkriechen können, ferner die verschiedenen Höcker und Wülste sowie die von den Blumenblättern ausgehenden Lappen und Leisten, welche den Zugang verengern oder denselben in mehrere besondere, sehr schmale Zugänge teilen weiterhin die nur von großen, kräftigen Insekten aufhebbaren Deckel, welche über die Honiggruben gelegt sind, die Schlagbäume, welche sich den unberufenen Besuchern im Innern der Blumen entgegenstellen, endlich auch das dichte

Zusammenschließen und Aufeinanderlegen zahlreicher Pollenblätter und anderer Blütenteile, wodurch allen den Blüten unbequemen Tieren der Zugang zum Honig unmöglich gemacht wird. Diese Ausbildungen eingehender zu besprechen, würde hier viel zu weit führen. Ein Teil derselben wurde übrigens bereits an anderer Stelle (s. S. 176 und 177) beschrieben und dort auch durch Abbildungen erläutert.

Daß das an mehreren Blumen beobachtete periodische Aussetzen der Anlockung gleichfalls als Schutz gegen den Besuch gewisser unliebsamer Gäste aus der Insektenwelt aufzufassen sei, wurde gleichfalls schon bei früherer Gelegenheit (S. 152) ausführlich geschildert. Hier wäre in dieser Beziehung nur noch zu bemerken, daß sich dieselben Vorgänge, welche an den von kleinen Nachtschmetterlingen besuchten nelkenartigen Gewächsen beobachtet werden, auch an einer zu den Skrofularineen gehörigen Pflanze des Kaplandes, nämlich an Zaluzianskia lychnidea, abspielen. Auch diese Pflanze, welche, nebenbei bemerkt, viel hübscher ist als ihr Name, zeigt Blüten mit langer, honigführender Röhre und einem an die Blüten der Leimkräuter erinnernden Saume, dessen zehn Zipfel an der Rückseite schwarzpurpurn, an der Innenseite blendend weiß gefärbt sind. Am Tage sind die Zipfel eingerollt, so daß nur die unscheinbare dunkle Außenseite gesehen werden kann. Auch sind zu dieser Zeit die Blüten vollständig duftlos, entbehren also jedweder Anlockungsmittel und bleiben demzufolge von den am Tage fliegenden Insekten unbeachtet und verschont. Sobald die Dämmerung eintritt, rollen sich aber die Zipfel des Saumes auf, und die dem Himmel zugewendete Innenseite derselben wird auf weithin sichtbar. Auch entströmt jetzt den Blüten ein starker Ylangduft, welcher Abend- und Nachtschmetterlinge anzieht. Diese kommen in der That in großer Menge angeflogen und sind als Überträger des Pollens in hohem Grade willkommen. Bei der Trauerviole (Hesperis tristis) sowie bei mehreren Pelargonien (z. B. Pelargonium atrum und triste) ist der hier an Zaluzianskia geschilderte Vorgang insofern abgeändert, als nur eins der Anlockungsmittel, nämlich nur der Duft, in Betracht kommt. Die Blumenblätter sind an diesen Pflanzen beiderseits von unscheinbarer Farbe, gelblichgrün mit schmutzig roten Adern oder olivengrün mit großen schwarzen Flecken. Sie rollen sich am Tage nicht ein und breiten sich am Abend nicht aus, spielen mit einem Worte als Anlockungsmittel zu keiner Zeit eine besondere Rolle. Wohl aber ist der Duft in dieser Hinsicht von großer Bedeutung. Am hellen Tage sind sowohl die Blüten der Trauerviole als auch jene der genannten Pelargonien duftlos und von den Insekten nicht beachtet; sobald aber die Dämmerung eingetreten ist, hauchen sie einen köstlichen Hyazinthenduft aus, welcher viele kleine Nachtschmetterlinge herbeilockt. Insbesondere die Trauerviole ist dann von kleinen Eulen aus der Gattung Plusia viel umworben, und diese Tiere vermitteln auch die Übertragung des Pollens von Blüte zu Blüte.

Die Trauerviole und ebenso das oft genannte, auf S. 150 und 151 abgebildete nickende Leimkraut (Silene nutans), welch letzteres als Vorbild für die ganze Gruppe der hier in Rede stehenden Pflanzen angesehen werden kann, sind auch insofern bemerkenswert, als an ihnen gleichzeitig zweierlei Schutzmittel gegen unwillkommene Honigfreunde ausgebildet sind. Indem die Blumenblätter während des Tages die Anlockung einstellen, sind sie gegen die anfliegenden Tagtiere verwahrt, und indem die Spindeln des Blütenstandes zufolge ihres Überzuges aus Drüsenhaaren und zerflossenen Klebestoffen als Leimspindeln wirken, sind sie gegen die vom Boden her ankriechenden Insekten, namentlich gegen die Ameisen, geschützt.

Es dürfte befremden, wenn nun in diesem Kapitel, wo die Ameisen so oft als unberufene Gäste der Blüten dargestellt worden sind, dieselben Tiere zum Schlusse auch noch als willkommene und vorteilhafte Besucher gewisser Pflanzen aufgeführt werden. Und dennoch scheint mir gerade diese Stelle des Buches am besten geeignet, um über die merkwürdige Rolle der Ameisen als Wächter und Beschützer der Blüten zu sprechen. Ich knüpfe dabei

an die Bemerkungen an, welche über die Ablenkung der Ameisen von den Blüten durch die Ausscheidung von Honig in der Region der Laubblätter und über das genossenschaftliche Zusammenleben von Ameisen und Pflanzen zu beiderseitigem Vorteile auf S. 231 gemacht worden sind. In betreff dieses Zusammenlebens sei hier in Kürze wiederholt, daß jene Ameisen, welchen von den Wirtpflanzen in besonderen Kammern der Stengel, Stacheln und Dornen eine gesicherte Heimstätte und an den Laubblättern in Form eigentümlicher krümeliger Massen eine ergiebige Nahrung geboten wird, die Aufgabe haben, die Laubblätter dieser Pflanzen gegen die Angriffe anderer gefräßiger Tiere zu schützen. Dieser Schutz ist nun



Die Blütenköpfe der Serratula lycopifolia gegen die Angriffe eines gefräßigen Käfers (Oxythyrea funesta) durch Ameisen (Formica exsecta) verteidigt. Vgl. Text, S. 242—244.

freilich ein Gegendienst, welchen die Ameisen den betreffenden Pflanzen nicht aus selbstloser Gefälligkeit, sondern nur im eigensten Interesse leisten. Durch die Zerstörung der Laubblätter und das dadurch veranlaßte Hinsiechen und Absterben der ganzen Pflanzenstöcke würden den Ameisen zwei wichtige Lebensbedingungen benommen, und wenn sie sich bemühen, die dem Laube ihrer Wirtpflanzen gefährlichen Tiere zu vertreiben, so verteidigen sie eigentlich nur ihre Futterplätze und Wohnstätten.

Etwas Ähnliches kommt nun auch an den Blütenköpfchen mehrerer im südöstlichen Europa einheimischen Korbblütler, namentlich an Centaurea alpina und Ruthenica, Jurinea mollis und Serratula lycopifolia, vor, von welchen die zuletzt genannte Art obenstehend abgebildet ist. Die Blütenköpfchen dieser Korbblütler sind im jugendlichen Zustande den verderblichen Angriffen gefräßiger Käfer sehr ausgesetzt. Insbesondere finden sich auf ihnen gewisse mit dem Maikäfer und den Goldkäfern verwandte Arten, wie z. B. Oxythyrea funesta, ein, welche ohne viele Umstände tiefe Löcher in die Köpfchen fressen und außer den

grünen, saftreichen Schuppen der Hülle und den kleinen noch geschlossenen Blüten bisweilen auch den Blütenboden ganz oder teilweise zerstören. Durch ein solches Vernichtungswerk wäre selbstverständlich die weitere Entwickelung der Blütenköpfchen und die Ausbildung von Früchten unmöglich gemacht, und um dieser Gefahr zu begegnen, erscheint eine Besatzung aus wehrhaften Ameisen herangezogen. An den grünen, dachziegelförmig aneinander gereihten Hüllschuppen der noch geschlossenen Blütenköpfchen wird aus großen Spaltöffnungen Honig ausgeschieden und zwar in so reichlicher Menge, daß man am frühen Morgen auf jeder Schuppe einen Tropfen des süßen Saftes und, wenn das Wasser dieses Tropfens verdunstet ist, ein krümeliges Klümpchen Zucker, ja bisweilen auch kleine Zuckerkristalle hängen sieht. Den Ameisen ist dieser Zucker, sei er in flüssiger oder fester Form angeboten, in hohem Grade willkommen, und sie finden sich reichlich bei dem leckeren Mahle ein. Selbstverständlich bewahren sie aber auch den gut besetzten Tisch gegen anderweitige Angriffe. Nähert sich einer der erwähnten gefräßigen Käfer, so nehmen sie sofort eine kampfbereite Stellung ein, halten sich mit dem letzten Fußpaare an den Hüllschuppen fest und strecken den Hinterleib, die Vorderbeine und insbesondere die kräftigen Kiefer dem Feinde entgegen, wie es durch die Abbildung auf S. 243 naturgetreu dargestellt ist. Sie verweilen in dieser Stellung so lange, bis sich der Angreifer, dem, wenn es nötig ist, auch eine Ladung von Ameisensäure entgegengespritzt wird, zurückzieht, und erst wenn dies geschehen, setzen sie sich wieder ruhig zu dem Mahle hin. Kämpfe der zu einer Art gehörenden Ameisen untereinander wurden auf den genannten Korbblütlern niemals beobachtet, obschon es vorkommt, daß auf einem einzigen Köpfchen der Jurinea mollis 10—15 Stück der Ameise Camponotus Aethiops und auf einem Köpfchen der Serratula lycopifolia ebenso viele Stück von Formica exsecta begierig den Honig lecken.

Merkwürdig ist, daß die Zuckerausscheidung aus den Spaltöffnungen der Hüllschuppen abnimmt und endlich ganz aufhört, sobald die Blüten des Köpfchens sich zu öffnen beginnen, die Angriffe von seiten der gefräßigen Käfer ausbleiben und ein Schutz für die Köpfchen nicht mehr nötig ist. Dann zieht sich auch die Besatzung zurück, d. h. die Ameisen verlassen die Blütenköpfchen und klettern wieder auf den Boden herab. Diesen Tieren war es ja nur um die Verteidigung ihres ergiebigen Futterplatzes zu thun, und ohne es zu wissen und zu wollen, wurden sie zu Wächtern und Schützern der jungen Blüten!

Aufladen des Pollens.

Nachdem im vorhergehenden Kapitel die Einrichtungen, welche sich auf die Ankunft und den Empfang der Tiere an der Blütenpforte beziehen, eine übersichtliche Darstellung gefunden haben, können nun auch die Vorgänge geschildert werden, durch welche die in den Bereich der Blüten gelangten Tiere mit Pollen beladen werden.

Der einfachste Vorgang bei dem Aufladen des Pollens besteht darin, daß die Tiere bei dem Herumklettern und Herumlaufen im Bereiche der Blüten ringsum mit Pollen beladen und förmlich eingepudert werden. Es kommt das vor an zahllosen Doldenpflanzen, Skabiosen und nelkenartigen Gewächsen, deren Einzelblüten zwar nur wenig Pollenblätter enthalten, wo aber durch Vereinigung zahlreicher Blüten zu Dolden, Büscheln, Ähren und Köpfchen ein umfangreicher, mit schlanken, fadenförmigen, leicht ins Wanken zu bringenden Pollenblättern besetzter Tummelplatz für die Insekten hergestellt ist, auf welchen der Pollen aus den Antheren von allen Seiten leicht abgeschüttelt und abgestreift werden kann. Auch in den mit Pollenblättern gut ausgestatteten Einzelblüten der Rosen, Windröschen, Päonien, Mohne, Magnolien und Opuntien werden die Insekten, wenn sie sich

zwischen den Antheren herumtreiben oder an dem auf die Blumenblätter herabgefallenen Pollen gütlich thun, an Kopf, Brust und Hinterleib, an Flügeln und Füßen mit dem mehligen Pollen eingestäubt. Dasselbe gilt von den Blütenscheiden der Aroideen und den Urnen der Feigen, in welchen sich Mücken und Käfer herumtreiben, die beim Verlassen ihrer zeitweiligen Herberge den Pollen abstreifen, worüber die Mitteilungen auf S. 156—158 dieses Buches zu vergleichen sind. An der angezogenen Stelle wurde auch erwähnt, daß die Tiere, welche in den Osterluzeiblüten in Gefangenschaft geraten, nach einiger Zeit ganz mit Pollen beladen ins Freie kommen. Der dort nur angedeutete Vorgang ist so merkwürdig, daß es sich lohnt, denselben an einem besondern Falle etwas ausführlicher zu besprechen. Bei der weitverbreiteten und in der Abbildung auf S. 223, Fig. 8 dargestellten Osterluzei, Aristolochia Clematitis, führt der Weg in den blasenförmig aufgetriebenen Blütengrund über eine bequeme zungenförmige Anflugsplatte durch einen dunkeln, verhältnismäßig engen Gang, der an der Innenwand mit Haaren ausgekleidet ist. Das freie Ende dieser Haare richtet sich nach einwärts, d. h. gegen die blasenförmig erweiterte Kammer, und gestattet den Besuchern aus der Insektenwelt, kleinen schwarzen Mücken aus den Gattungen Ceratopogon und Chironomus, daß sie den Gang durchschreiten und die Kammer betreten. Einmal dort angelangt, müssen sie sich aber gefallen lassen, ein paar Tage eingesperrt zu bleiben. Die erwähnten Haare erlauben zwar das Hineinschlüpfen, versperren aber den Rückweg, indem sich ihre Spitzen den kleinen Mücken, welche aus der Kammer entweichen möchten, entgegenstellen (s. Abbildung, S. 223, Fig. 9). In der ersten Zeit wird übrigens die Gefangenschaft von den Mücken gern ertragen, da ihnen die im Gefängnisse herrschende erhöhte Temperatur zusagt und anderseits die saftreichen Zellen, mit welchen die Kammer im Innern austapeziert ist, etwas Nahrung bieten. Am zweiten oder dritten Tage der Gefangenschaft öffnen sich die den Seitenwänden der Befruchtungssäule angewachsenen Antheren und lassen ihren mehligen Pollen auf den Boden der Kammer herabfallen. Auch dieser Pollen ist für die Mücken eine willkommene Nahrung, und man sieht, daß sie sich an demselben gütlich thun. Endlich aber werden die Gefangenen doch unruhig, sie suchen einen Ausgangspunkt zu gewinnen, treiben sich lebhaft in der Kammer umher und beladen sich bei dieser Gelegenheit an ihrer ganzen Körperoberfläche mit Pollen. Sobald dies geschehen, naht für sie die Stunde der Befreiung; die Haare im Innern des engen Ganges welken und fallen schlaff zusammen, die Bahn nach außen ist nun frei, und die mit Pollen eingepuderten Mücken verlassen rasch die Blüte der Osterluzei, in welcher sie ein paar Tage hindurch Obdach und Nahrung gefunden hatten. Daß den Mücken die zeitweilige Gefangenschaft nicht in unangenehmer Erinnerung bleibt, geht daraus hervor, daß sie, kaum der einen Blüte entschlüpft, sofort in eine zweite hineinkriechen, die eben erst zugänglich geworden ist. Dieser letztere Umstand muß ganz besonders betont werden, wenn die Bedeutung des seltsamen, soeben geschilderten Fangspieles zum Verständnisse gebracht werden soll. Sobald die Blüte zugänglich geworden ist, kann die Narbe bereits Pollen aufnehmen, aber die Antheren sind noch geschlossen. Wenn nun die kleinen Mücken aus ältern Blüten in jüngere kommen und dort auf die Narbe treffen, welche gerade vor der innern Mündung des dunkeln Ganges steht, so streifen sie an diese den mitgebrachten Pollen ab und können dadurch eine vorteilhafte Kreuzung verschiedener Blüten veranlassen.

In vielen Fällen werden die in den Blütengrund kommenden Insekten nur an der oberen oder unteren Seite, oder nur an bestimmten Punkten des Körpers mit Pollen behaftet und zwar dadurch, daß sie an Antheren streifen, welche entlang des von den Insekten bei der Einfahrt oder Ausfahrt eingehaltenen Weges stehen. Dieser Vorgang spielt sich in der mannigfachsten Weise ab. Das eine Mal wird nur der Rüssel, das andere Mal der Kopf, das dritte Mal die Schulter oder der Rücken, das vierte Mal

die obere, das fünfte Mal die untere Seite des Hinterleibes mit Pollen behaftet. Es kommt auch vor, daß der Pollen nur mit den eigentümlichen, in dem früheren Kapitel beschriebenen, an den Beinen angebrachten Sammelkörbchen von den Bienen abgestreift und eingeheimst wird. Auf S. 153 wurde auch des merkwürdigen Falles gedacht, daß bei einer kleinen Motte (Pronuba yuccasella) das erste Glied der Kiefertaster in ein Greiforgan umgewandelt ist, mit dessen Hilfe die genannte Motte den Pollen der Yucca sammelt, aus ihm einen Ballen bildet und diesen Pollenballen an der unteren Seite des Kopfes festhält (s. Abbildung, S. 154, Fig. 5).

Wenn den Insekten die aus der Eingangspforte vorragenden oder hart an die Schwelle dieser Pforte gestellten Pollenblätter als Anflugsplatz dienen, wie beispielsweise an den Blüten der Funkien, des Natterkopfes, der Braunwurz und des Eisenhutes (Funkia, Echium, Scrophularia, Aconitum), so wird schon im Augenblicke des Niederlassens und noch mehr beim Vorschreiten gegen den Blütengrund das Insekt an der untern Seite des Körpers mit Pollen behaftet. An einer Art der Alpenrosen (Rhododendron Chamaecistus) und an dem Gamander-Ehrenpreis (Veronica Chamaedrys; s. Abbildung, S. 223, Fig. 1) erfassen die zu den seitlich eingestellten Blüten kommenden Insekten mit den Vorderbeinen die weit vorstehenden Staubfäden als Anflugstangen. Diese aber sind so eingerichtet, daß sie sich infolge der Berührung nach abwärts und einwärts drehen. Im Nu sind sie der unteren Seite des angeflogenen Insektes angeschmiegt und ist dort auch sogleich der Pollen angeheftet. Ein massenhaftes Abstreifen des Pollens an die untere Körperseite der Insekten findet auf den scheibenförmigen Blütenständen der Korbblütler statt. Aus den kleinen, das Köpfchen eines Korbblütlers zusammensetzenden Röhren- oder Zungenblüten werden kurz nach dem Öffnen der Kronen die an der Außenseite mit Pollen bedeckten Griffel vorgeschoben, und da stets ganze Wirtel solcher Blüten zugleich sich öffnen, so ragen auch zahlreiche pollenbeladene Griffel knapp nebeneinander von der Scheibe des Köpfchens wie ein kleiner Wald empor. Ein auf das Köpfchen anfliegendes größeres Insekt kann daher schon im Augenblicke des Aufsitzens mit dem Pollen zahlreicher Blüten auf einmal behaftet werden. Dreht und wendet sich überdies das Insekt auf der Scheibe des Blütenstandes, indem es bald hier, bald dort seinen Rüssel in die Tiefe der kleinen Blüten einsenkt, so streift es bei dieser Gelegenheit mit der Unterseite des Hinterleibes noch viel mehr Pollen ab und verläßt dann, reichlichst mit demselben behaftet, das Blütenköpfchen.

In eigentümlicher Weise vollzieht sich das Aufladen des Pollens bei den unter dem Namen Frauenschuh (Cypripedium) bekannten Orchideen. Bei diesen ist es nämlich immer nur eine der beiden Schultern des besuchenden Insektes, welche mit der schmierigen Pollenmasse beklebt wird. Wie das zugeht, soll hier in Kürze von dem europäischen Frauenschuh (Cypripedium Calceolus) erzählt werden. Die Blume dieser Orchidee, von welcher auf S. 249, Fig. 1 eine Abbildung eingeschaltet ist, besteht aus sechs Blättern, von welchen eins die Form eines Holzschuhes hat, tief ausgehöhlt ist und am Boden einen Besatz aus saftreichen „Haaren" trägt. Mitunter werden von den Zellen, aus welchen sich diese Haare aufbauen, auch kleine Nektartröpfchen ausgeschieden. An diesen Haaren wollen sich gewisse kleine Bienen aus der Gattung Andrena gütlich thun und suchen in die Höhlung zu gelangen. Drei Wege stehen ihnen hierzu offen, entweder eins der beiden kleinen Löcher im Hintergrunde rechts und links neben der Befruchtungssäule oder die große ovale Öffnung in der Mitte vor der Befruchtungssäule. Sie wählen den letzteren Zugang und schlüpfen unterhalb der breiten rauhen Narbe auf den Boden der Höhlung hinab. Dort angekommen, weiden sie die saftreichen Zellen der Haare ab, suchen aber nach einiger Zeit wieder ins Freie zu kommen. Das gelingt freilich nicht so leicht. Die Ränder der großen mittleren Öffnung sind nach einwärts übergebogen (s. Abbildung, S. 249, Fig. 2) und so geformt, daß ein Erklettern

derselben unmöglich ist, und es bleibt den Bienen daher nichts anderes übrig, als einen der beiden kleinen Auswege im Hintergrunde der Höhlung aufzusuchen. Auch dort ist übrigens das Entkommen nicht gerade leicht, und die Bienen müssen sich durch die enge Öffnung förmlich durchzwängen, wobei sie mit der einen Schulter an den weichen, schmierigen Pollen derjenigen Anthere anstreifen, welche den inneren Rand des betreffenden Ausganges bildet. Es ist dem nur noch beizufügen, daß solche an einer Schulter mit dem Pollen beschmierte Insekten, sobald sie in eine andere Blüte des Frauenschuhes eindringen, den Pollen an die rauhe Narbe anheften.

Sehr häufig sind die Fälle, wo die honigsuchenden Insekten mit der Oberseite des Körpers an die Antheren anstreifen und sich den Rücken mit Pollen beladen. Die Hummeln, welche auf den Bart der herabgeschlagenen äußeren Perigonblätter der Schwertlilie (Iris; s. nebenstehende Abbildung) als dem bequemsten Anflugsplatze dieser Blüten sich niederlassen und von dort aus

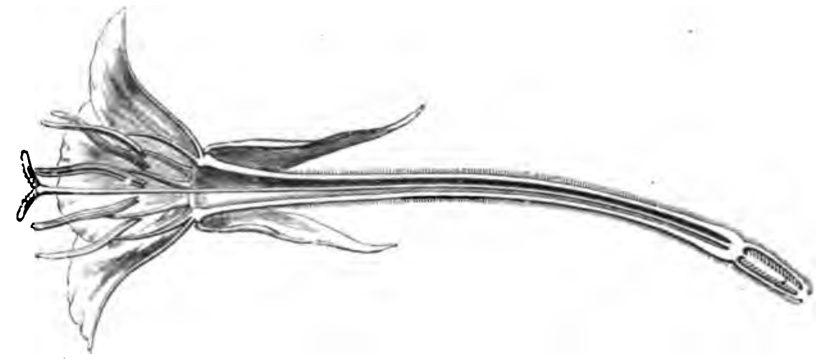


Einrichtungen zum Aufladen des Pollens: 1. Blüte einer Schwertlilie (Iris Germanica); drei Perigonblätter sind aufwärts, drei abwärts geschlagen. Die letzteren tragen einen aus gelben Haaren gebildeten, von dem Violett der Perigonblätter sich deutlich abhebenden Bart, welcher als Wegweiser für die in die honigerfüllte Perigonröhre einfahrenden Insekten dient. — 2. Die obere Hälfte der Perigonröhre mit den drei Zugängen zum Honig. Über jedem Zugange steht ein Pollenblatt mit langer linealer, auswärts gewendeter Anthere, und über jedes Pollenblatt ist eine der drei blumenblattartigen Narben gewölbt.

zu den mit Honig gefüllten Kanälen der Perigonröhre vorschreiten, kommen dabei unter das Dach der blattartigen Narben und zugleich unter das Pollenblatt, welches so gebogen und so gestellt ist, daß es genau der Krümmung des Rückens und Hinterleibes der Hummel entspricht. Regelmäßig wird auch der Pollen auf den Rücken des Tieres gestreift und aufgeladen. In ähnlicher Weise streifen Bienen, welche in die aufgesperrte Blume des Schwertels (Gladiolus), der Taubnessel (Lamium) und anderer Lippenblütler einfahren, die Antheren, welche dicht unter der Oberlippe geborgen sind, mit dem Rücken an und werden auch nur dort mit

Pollen beladen. Dasselbe gilt von den Hummeln, welche in die großen Glocken der Gloxinia schlüpfen, in den Blüten des Fingerhutes (Digitalis) zum Honig emporklettern oder sich in den Rachen der Blüten des Löwenmaules und Leinkrautes (Antirrhinum, Linaria) wagen. In den zuletzt genannten Blüten sind zwei Paare großer Antheren dicht unter dem Dache der Oberlippe angebracht, und der aus ihnen entbundene Pollen bildet zwei rundliche Ballen, welche von den einfahrenden Insekten auf einmal aus den Nischen der Antheren gelöst, auf den Rücken geladen und zu anderen Blüten verschleppt werden.

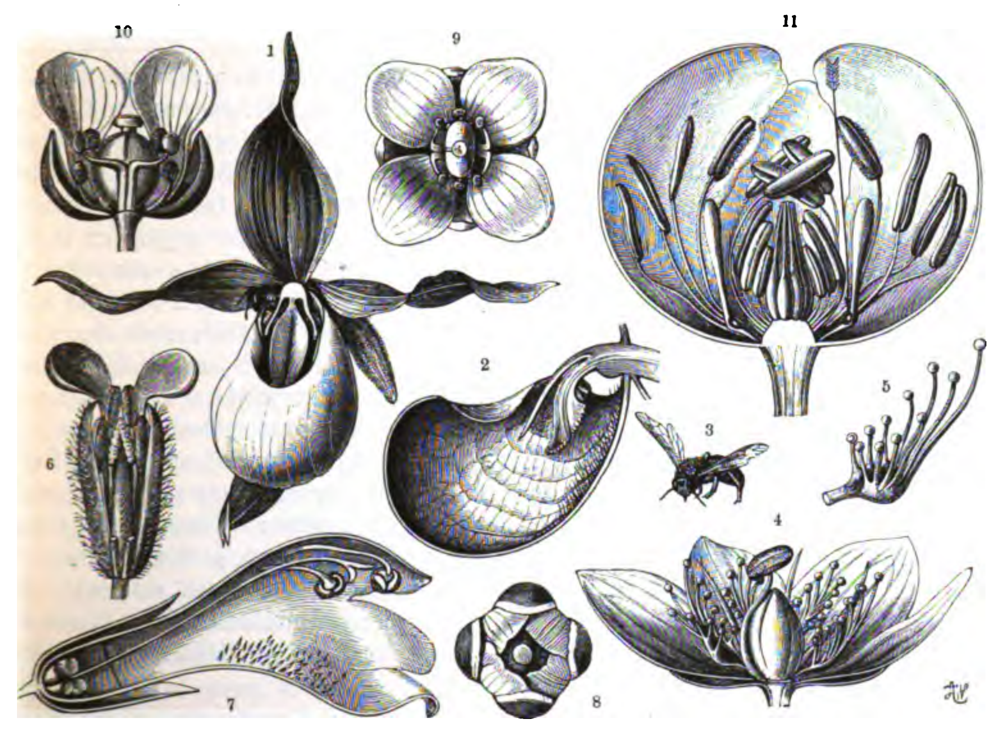
Die Schmetterlinge, welche, vor den nach der Seite eingestellten Blüten der Nachtkerzen (Oenothera; s. untenstehende Abbildung) schwebend, ihren Rüssel in die lange Blumenröhre einführen, streifen dabei mit dem Kopfe an die Antheren, welche den Eingang zur Blumenröhre umgeben, und werden auch vorwaltend an diesem Körperteile mit Pollen behaftet. Dasselbe gilt von den Honigvögeln, welche den braunen Nektar aus dem becherförmigen unteren Kelchblatte der Melianthusblüten (s. Abbildung, S. 224, Fig. 12) gewinnen wollen und dabei die darüber gestellten Antheren mit dem Kopfe berühren.



Längsschnitt durch die Blüte der Nachtkerze (Oenothera biennis).

Die Blüten, deren Einrichtung zum Zwecke hat, daß die zum Honig des Blütengrundes einfahrenden Insekten mit dem Bauche, dem Rücken, der Schulter, dem Kopfe oder auch nur mit dem Rüssel den Pollen abstreifen, sind übrigens so mannigfaltig, daß es in Berücksichtigung des in diesem Buche gebotenen Raumes unmöglich ist, alle vorzuführen. Es sollen daher nur noch einige der auffallendsten geschildert werden, was um so rascher erledigt werden kann, als gerade diese Einrichtungen mit den schon bei früherer Gelegenheit besprochenen Schutzmitteln des Honigs teilweise zusammenfallen. In erster Linie wäre der in ihrem Innern mit Dörnchen oder steifen, spitzen Börstchen ausgestatteten Blüten zu gedenken. Es ist bekannt, daß die honigsaugenden Insekten, namentlich die Hummeln, um ihren Rüssel sehr besorgt sind, daß sie ihn, wenn er nicht gerade in Gebrauch ist, sorgfältig in besonderen Furchen ihres Körpers verwahren und es auch dann, wenn sie ihn benutzen, vermeiden, an feste Spitzen anzustoßen, weil er dadurch leicht verletzt werden könnte. Durch spitze Dörnchen oder Börstchen im Bereiche der Blüten wird daher den mit dem Rüssel einfahrenden Insekten der Weg genau vorgezeichnet. Sie weichen den Spitzen aus; indem sie das thun, werden sie abgehalten, dort einzufahren, wo ein Abstreifen des Pollens nicht erfolgen würde, und gelangen so auf jene Bahn, wo sie ihren Rücken, Kopf oder Rüssel unvermeidlich mit Pollen beladen. So verhält es sich z. B. in den Blüten einiger Schotengewächse (Braya alpina, Malcolmia Africana, maritima; s. Abbildung, S. 249, Fig 6), wo die Insekten durch zwei Gruppen aufrecht abstehender, starrer spitzer Börstchen, deren Träger der Fruchtknoten ist, auf jenen Weg zum Honig verwiesen werden, bei dessen Benutzung sie mit dem Rüssel und Kopf die pollenbedeckten Antheren streifen müssen. Dasselbe

gilt von der Blumenkrone eines Lippenblütlers, Namens Leonurus heterophyllus (s. untenstehende Abbildung, Fig. 7), welche im Schlunde dicht hinter der Unterlippe einen Besatz aus spitzen Dörnchen aufweist. Insekten, welche den Honig im Blütengrunde gewinnen und dabei die Berührung der Dörnchen vermeiden wollen, sind genötigt, mit dem Rüssel dicht unter der Oberlippe einzufahren, wobei sie an die dort befindlichen pollenbedeckten Antheren anstreifen. In den Blüten mehrerer kleiner Gentianen der Hochalpen, so namentlich der Gentiana glacialis und nana, ist der Eingang in den Blütengrund durch vier



Einrichtungen zum Aufladen des Pollens auf die blütenbesuchenden Insekten: 1. Blüte des europäischen Frauenschuhes (Cypripedium Calceolus). Aus einer der Lücken an der Seite der Narbe drängt sich ein Hautflügler (Androna) hervor, welcher sich an der Schulter mit Pollen beklebt. — 2. Längsschnitt durch das Labellum und die Befruchtungssäule des Frauenschuhes. — 3. Eine fliegende Andrena. — 4. Blüte des Studentenröschens (Parnassia palustris); die vordern Blumen-, Honig- und Pollenblätter weggeschnitten; von den sichtbaren Pollenblättern sind drei ihrer Antheren beraubt, das vierte hat sich so gestellt, daß die Anthere in die Mitte der Blüte zu stehen kommt. — 5. Ein einzelnes Honigblatt aus der Blüte der Parnassia. — 6. Blüte der Malcolmia maritima; das vordere Kelchblatt, die zwei vorderen Kronenblätter und zwei Pollenblätter weggeschnitten; der sichtbare Teil des Fruchtknotens mit einer Längsreihe steifer aufrechter Börstchen besetzt. — 7. Längsschnitt durch die Blüte des Leonurus heterophyllus. — 8. Blüte der Kernera saxatilis im ersten Entwickelungsstadium (von oben gesehen). — 9. Dieselbe Blüte in späterem Entwickelungsstadium (von oben gesehen). — 10. Dieselbe Blüte in seitlicher Ansicht; das vordere Kelchblatt und die zwei vorderen Kronenblätter weggenommen. — 11. Längsschnitt durch die Blüte des Trollius europaeus. — Fig. 1 und 2 in natürlicher Größe; die andern Figuren 2—8fach vergrößert. Vgl. Text, S. 248—251.

Klappen verdeckt, deren zerschlitzte Ränder so biegsam sind, daß das Einfahren kräftiger Insekten leicht möglich wäre. Bei dem Einhalten dieses Weges würde aber der Rüssel an keine Anthere streifen, was verhindert werden muß. Das geschieht nun dadurch, daß die Fransen der Schlundklappen mit winzigen Dörnchen dicht besetzt sind. Die Insekten vermeiden diesen gefährlichen Weg und fahren lieber zwischen den Ansatzpunkten der Schlundklappen ein, wo sie entsprechend weite und ganz ungefährliche Zugänge zum Honig finden. Indem die Tiere aber diese Zufahrt benutzen, streifen sie die pollenbedeckten Antheren, welche knapp nebenan aufgestellt sind. In vielen Fällen ist für die Insekten die Nötigung, den Pollen mit dem Rüssel und gelegentlich auch mit der Oberseite des Kopfes und der Vorderbrust

abzustreifen, dadurch gegeben, daß zum Honig ein einziger Kanal führt, dessen äußere Mündung durch kallöse Ränder oder auch durch Schuppen und Klappen sehr verengert ist, und daß um diese verengerte Mündung oder dicht unterhalb derselben die Antheren stehen. So verhält es sich z. B. bei vielen Asperifolieen, Oleaceen, Primulaceen und Polemoniaceen. Wenn der Taubenschwanz im Herbste den Honig aus den Blüten des zu den Polemoniaceen gehörenden Phlox, oder wenn die Falter im Frühlinge den süßen Saft aus den Flieberblüten saugen, so wird dabei nur der in die enge Röhre eingeführte Rüssel mit Pollen beladen, weil zufolge der Form und Stellung der Blütenteile nur dieser mit den Antheren in Berührung kommt.

Bei den sogenannten Revolverblüten kommt dieselbe Einrichtung zur Geltung. Als Revolverblüten werden jene angesprochen, in welchen innerhalb der allgemeinen Blumenpforte die Mündungen von engen Röhren zu sehen sind, welche sich ganz so wie die Mündungen der Läufe eines Revolvers ausnehmen. Diese Röhren werden in der verschiedensten Weise hergestellt. Bei den Windlingen und Gentianen (Convolvulus, Gentiana) springen die an die Kronröhre angewachsenen Träger der Antheren als Leisten gegen den in der Mitte stehenden Fruchtknoten vor, und es wird dadurch die Hauptröhre in vier oder fünf besondere Röhren geteilt. Bei einigen Geranien und mehreren Arten der Gattung Lein (z. B. Geranium Robertianum, Linum viscosum) springt von der Mitte eines jeden Blumenblattes eine Leiste gegen die Mitte der Blume vor, und es wird dadurch der Blütengrund in fünf Röhren geteilt, welche um den Fruchtknoten und die Antherenträger im Kreise herumstehen. Bei anderen Leinen, namentlich jenen aus der Gruppe Cathartolinum, ist jedes Blumenblatt in der Mitte gewulstet und gegen die Ränder zu verdünnt, verflacht und vertieft. Indem die vertieften Ränder der benachbarten Blumenblätter zusammenstoßen, entsteht ein zum Blütengrunde führender Halbkanal. In den Blüten der Judenkirsche (Physalis) finden sich in der Kronenröhre fünf Rinnen, welche sich dadurch zu Röhren gestalten, daß sie gegen die Mitte der Blüten zu von den zottigen Antherenträgern eingefaßt sind. In allen diesen Revolverblüten sind die Antheren mit der pollenbedeckten Seite so vor die Mündung der Röhre gestellt, daß die Insekten bei dem Einführen des Rüssels unvermeidlich an sie anstreifen und sich mit Pollen beladen.

In den Blüten des Ackersenfes (Sinapis arvensis), des Doppelsamens (Diplotaxis) und noch mehrerer anderer Schotengewächse vollführen die aufgesprungenen Antheren schraubige Drehungen, welche den Zweck haben, die pollenbedeckte Seite von der Narbe wegzuwenden und dorthin zu stellen, wo die Insekten mit dem Rüssel zum Honig einfahren. Bei anderen Schotengewächsen, deren Blüten im Aufbaue eine gewisse Ähnlichkeit mit den Revolverblüten haben, wenn auch die Zufahrt zum Honig nicht gerade durch eine Röhre erfolgt, zeigen die Pollenblätter eigentümliche Biegungen der Antherenträger, welche zum Ziele haben, die Antheren knapp neben die Zufahrt zum Nektar zu stellen. So z. B. findet man im Grunde der Blüten von Kernera saxatilis (s. Abbildung, S. 249, Fig. 8, 9 und 10) den Honig nur an den zwei Schmalseiten des Fruchtknotens angesammelt, obschon die Pollenblätter rings um den Fruchtknoten gestellt sind. Gesetzt den Fall, es wären die fadenförmigen Träger der Antheren sowohl vor den Schmalseiten als vor den Breitseiten gerade emporgewachsen, so würde von den honigsaugenden Insekten nur der Pollen der ersteren aufgeladen werden. Damit nun auch die pollenbeladenen Antheren, welche vor der honiglosen Breitseite des Fruchtknotens stehen, gestreift werden, sind die Träger dieser Antheren unter einem rechten Winkel gebogen, wie es die Figuren 9 und 10 in der Abbildung auf S. 249 zur Anschauung bringen. Dadurch sind alle pollenbedeckten Antheren der Blüte an jene Stelle gebracht, wo sie von den honigsaugenden Insekten gestreift werden müssen. Bewegungen der Pollenblätter, welche dasselbe Ziel anstreben, beobachtet

man auch an zahlreichen Nelkengewächsen, Ranunkulaceen, Steinbrechen, Krassulaceen und Droseraceen. Die Blüten der hier in Betracht kommenden Nelkengewächse haben einen ähnlichen Bau wie die Revolverblüten; die Glieder ihrer Blumenkrone sind genagelt, d. h. sie werden aus einem unteren sehr schmalen, in dem röhrenförmigen Kelche steckenden Teile, dem Nagel, und dem über dem Kelche flächenförmig ausgebreiteten Teile, der Platte, zusammengesetzt. Durch die Mitte des Nagels zieht eine Furche oder Rinne zum Blütengrunde hinab, und am oberen Ende der Rinne, dort, wo die Falter ihren Rüssel einführen sollen, sieht man auf der Platte lebhaft gefärbte Makel oder Sprenkel, mitunter auch paarweise angeordnete Schuppen und dergleichen angebracht, welche die Einfahrtstelle ersichtlich machen und das Einführen des Rüssels erleichtern und regeln sollen. Bei diesen Nelken werden jene Antheren, welche kurz vorher aufgesprungen sind und Pollen ausbieten, so vor und neben den Eingang gestellt, daß die Falter, welche mit dem Rüssel in die Furchen einfahren, sich notwendig den Pollen an den Rüssel und Kopf ankleben. Ist das geschehen, so biegen sich die Antherenträger seitwärts oder krümmen sich unter die Platte der Blumenblätter hinab, und es kommen nun andere Pollenblätter an die Reihe, deren Antheren neuerdings vor die erwähnten Furchen und Eingänge gestellt werden. Bei den Ranunkulaceen, namentlich bei Eranthis, Helleborus, Isopyrum, Nigella, Trollius (s. Abbildung, S. 249, Fig. 11), stehen um die mehrblätterige, die Mitte der Blüte einnehmende Fruchtanlage zahlreiche in mehrere Wirtel gruppierte Pollenblätter. Diese sind von einem Kranze sehr kleiner tütenförmiger oder röhrenförmiger, mit Honig gefüllter Blumenblätter, den sogenannten Nektarien, eingefaßt, und diese sind wieder umgeben von großen gelben, weißen, roten oder blauen Blättern, welche die beschreibenden Botaniker als kronenartige Kelchblätter angesprochen haben. Kurz nachdem sich diese Blumenblätter geöffnet haben und das Innere der Blüte zugänglich geworden ist, öffnen sich die Antheren des äußersten Wirtels von Pollenblättern. Die fadenförmigen Träger derselben haben sich gestreckt und neigen, drehen und krümmen sich so, daß die Antheren genau über die Mündung der mit Honig gefüllten Becher zu stehen kommen. Insekten, welche den Honig saugen wollen, müssen unvermeidlich an diese Antheren anstreifen. Am nächsten Tage bewegen sich die Glieder des ersten Wirtels von Pollenblättern nach außen gegen die blumenblattartigen Kelchblätter, und zugleich treten an ihre Stelle die Pollenblätter des nächsten Wirtels, jenes Wirtels nämlich, der noch weiter einwärts gegen die Mitte des Blütenbodens entspringt. Am dritten Tage sind auch diese nach außen gerückt und durch die Glieder des dritten Wirtels ersetzt. So geht das fort, bis nachgerade sämtliche Pollenblätter der Reihe nach ihre Antheren über die Nektarbecher gestellt haben! Das alles vollzieht sich mit einer Genauigkeit und Pünktlichkeit, die das Staunen des Beobachters in höchstem Grade hervorzurufen geeignet ist.

Auch in den schüsselförmigen offenen Blüten des Studentenröschens (Parnassia palustris) kann man den hier geschilderten Vorgang beobachten. Nur ist da die Zahl der Pollenblätter auf fünf beschränkt und jedesmal nur eine Anthere den anfliegenden Insekten in den Weg gestellt, wie es in der Abbildung auf S. 249, Fig. 4 zu sehen ist. Der Honig wird in zwei kleinen, länglichen Aushöhlungen an der Innenseite von seltsam geformten, gefransten Blattgebilden abgesondert, welche zwischen Pollenblätter und Kronenblätter eingeschaltet sind. Wenn die nach dem Honig lüsternen Insekten von obenher über der Mitte der Blüte Einkehr halten, so bleibt ihnen nichts anderes übrig, als mit ihrem Rüssel jene Anthere zu streifen, welche gerade an diesem Tage ihren Pollen entbunden hat und knapp neben der Zufahrtslinie steht. An diesem Studentenröschen ist übrigens noch eine andere, sehr interessante Einrichtung getroffen, welche zu besprechen gerade hier der geeignetste Platz ist. Man muß sich nämlich die Frage stellen, wie verhalten sich jene Insekten, welche nicht von obenher dem Honig zusteuern, sondern auf den Rand der Blumenblätter anfliegen?

Wenn sie sich vom Rande der schüsselförmig ausgebreiteten Blumenblätter gegen die oben geschilderten Honigbehälter bewegen, so finden sie daselbst eine Schranke in Form eines Gitters, welches von den strahlenförmig auslaufenden Fransen der honigführenden Blätter gebildet wird. Dieses Gitter ist aber nicht unübersteiglich; die Fransen, welche das Gitter bilden, scheiden keinen Klebestoff aus, endigen auch nicht mit stechenden Spitzen, sondern sind durch kugelige gelbe Knöpfchen abgeschlossen und erinnern insofern an Stecknadeln oder auch einigermaßen an die Zehen eines Froschfußes (s. Abbildung, S. 249, Fig. 5). Die vom Rande der Blumenblätter herschreitenden Insekten überklettern dieses Gitter mit Leichtigkeit und ohne jedweden Nachteil und gelangen so an die dem Mittelpunkte der Blüte zugewendete Seite der gefransten Honigblätter, wo sie das finden, was sie suchen, nämlich den Honig. Aber bei dem Überklettern des Gitters nähern sie sich so sehr der Mitte der Blüte, daß sie dort die Anthere streifen, welche gerade Dienst hat, d. h. welche sich an dem betreffenden Tage öffnete und nun, den Pollen ausbietend, durch die entsprechende Bewegung des Staubfadens an die Seite des Zuganges zum Nektar gestellt wurde. Es liegt hier einer jener merkwürdigen Fälle vor, wo die Blüte für verschiedene Besucher zugleich angepaßt ist, für Insekten, welche von obenher zum Nektar kommen, und solche, welche von der Landungsstelle am Rande der Blumenblätter vordringen. Auf dem einen wie auf dem anderen Wege sind sie gezwungen, die in der Mitte der Blüte stehende Anthere zu streifen und sich mit dem Pollen derselben zu beladen.

In allen diesen Fällen ist der Pollen aus den Antherenfächern stark hervorgequollen und bildet entweder gedunsene Massen, welche den weit geöffneten Fächern auflagern, oder er umhüllt als klebriger Beleg die schlanken Griffel, von welchen er aus den Antherenröhren hervorgebürstet wurde. Die Insekten, welche die betreffenden Blüten besuchen, kommen unmittelbar mit ihm in Kontakt, er ist in keiner Weise verdeckt und verhüllt und so dicht an den Weg gestellt, daß ein Abstreifen desselben unvermeidlich wird. Bei den nun zu besprechenden Pflanzen ist das teilweise anders. Da ist der abzustreifende Pollen nicht unmittelbar zugänglich, sondern in Röhren und Nischen versteckt, und es muß die Hülle vorher entfernt werden, wenn das die Blüte besuchende Insekt mit Pollen beladen werden soll. In den zu Köpfchen vereinigten Blumen der Korbblütler aus den Gattungen Krebsdistel und Flockenblume (Onopordon und Centaurea), zu welchen unter anderen auch die bekannte Kornblume (Centaurea Cyanus) gehört, bilden die von zarten Staubfäden getragenen Antheren, wie bei allen anderen Korbblütlern, eine Röhre, in welcher der obere Teil des Griffels steckt. Die Antheren öffnen und entleeren sich nach innen, und der Pollen ist nun dem in der Röhre steckenden Griffel aufgelagert. Bei der Mehrzahl der Korbblütler wächst hierauf der Griffel in die Länge und preßt und schiebt den Pollen über die Mündung der Röhre empor. Nicht so in den Blüten der Krebsdistel (Onopordon) und der Flockenblume (Centaurea). Da findet keine Verlängerung des Griffels statt, und der Pollen bleibt in der Röhre versteckt. Betritt aber ein Insekt das Mittelfeld des Köpfchens und berührt, auf den Scheibenblüten herumkletternd, die Staubfäden, von denen die Antherenröhre getragen wird, so ziehen sich diese sofort zusammen und verkürzen sich, die Röhre wird wie ein Futteral hinabgezogen, der auf dem Griffelende lagernde Pollen wird dadurch entblößt, und jenes Insekt, welches diesen Vorgang durch die Berührung der reizbaren Staubfäden veranlaßte, streift den entblößten Pollen an die untere Seite seines Leibes an. Derselbe Erfolg, wenn auch mit anderen Mitteln, wird an gewissen Schmetterlingsblütlern erzielt. An einer Gruppe derselben, für welche der Geißklee und Steinklee, der gewöhnliche Klee und die Esparsette (Cytisus, Melilotus, Trifolium, Onobrychis) als bekannte Beispiele dienen können, stellt das unter dem Namen Schiffchen bekannte und den Insekten als Anflugsplatz dienende untere Blumenblattpaar eine Nische dar, welche nach oben eine

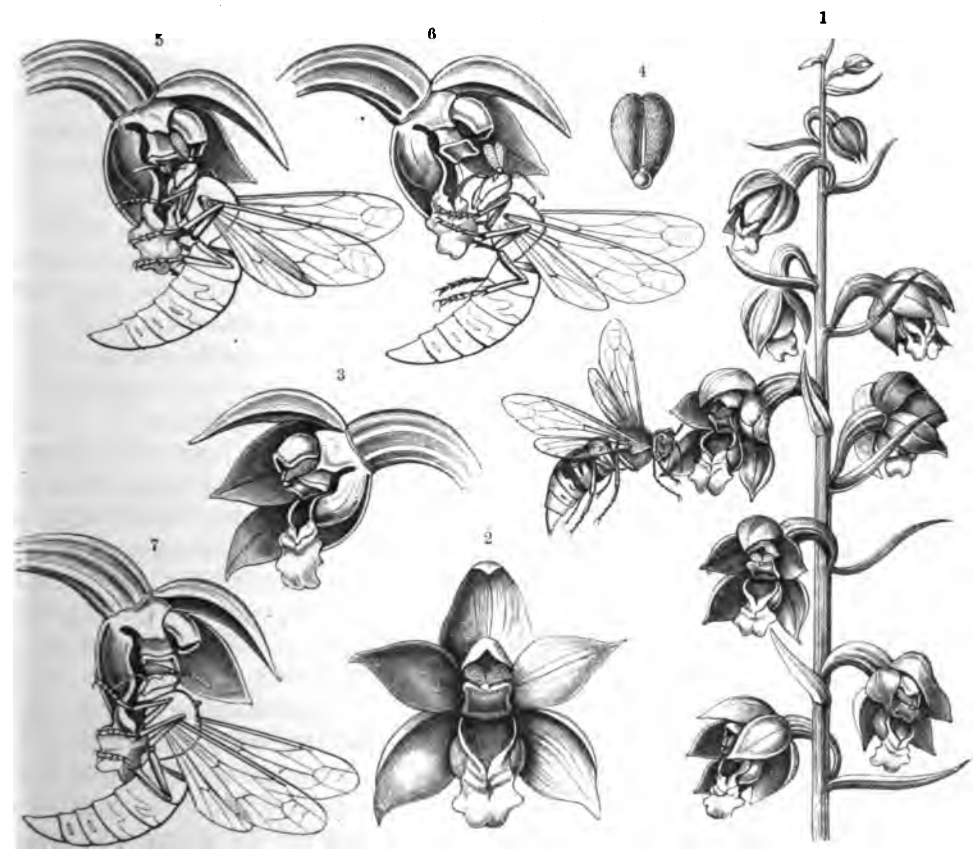
sehr schmale Spalte zeigt. In dieser Nische sind die zehn steifen, teilweise miteinander verwachsenen Staubfäden und die von ihnen getragenen, mit Pollen bedeckten Antheren geborgen. Wenn nun eine Hummel anfliegt, sich auf das Schiffchen niederläßt und den Rüssel in den honigführenden Blütengrund einschiebt, so wird dadurch das Schiffchen herabgedrückt, die in dem Schiffchen geborgenen Antheren werden entblößt, und der von ihnen getragene Pollen wird an die untere Seite des einfahrenden Insektes und zwar zumeist an die unteren Teile des Kopfes und der Brust angestrichen. Sobald das Insekt die Blüte verläßt, kehrt das Schiffchen in seine frühere Lage zurück und birgt wieder die Antheren, welche gewöhnlich nur einen Teil ihres Pollens abgegeben haben. Kommt ein neuerlicher Insektenbesuch, so wiederholt sich der eben geschilderte Vorgang, und es können zwei, drei, vier verschiedene Insekten nacheinander mit dem Pollen aus derselben Blüte beladen werden. Bei den Platterbsen und Walderbsen, den gewöhnlichen Erbsen und den Wicken (Lathyrus, Orobus, Pisum, Vicia) ist der Vorgang der Hauptsache nach der gleiche, doch wird hier der innerhalb des Schiffchens aus den Antheren entbundene Pollen durch ein eigentümliches, am Griffelende befindliches Organ, das man Griffelbürste genannt hat, in demselben Augenblicke aus der Nische des Schiffchens gefegt, als sich das Insekt auf die Blüte setzt. Dabei ist es unvermeidlich, daß der Pollen auf die untere Seite des angeflogenen Insektes übertragen, beziehentlich angestreift oder angedrückt wird.

Ein seltsamer Vorgang spielt sich auch bei dem Aufladen des Pollens in den Blüten des Hohlzahnes (Galeopsis) und der Maskenblume (Mimulus) ab, von welch letzterer ein Pollenblatt auf S. 89, Fig. 19 abgebildet ist. Die Blumenkrone dieser Blüte ist zweilippig, und unter dem Dache der Oberlippe befinden sich vorn die zweilappige, infolge von Berührung zusammenklappende Narbe und dahinter zwei Paare von Pollenblättern. Die Antheren der letzteren haben die Gestalt von Büchsen, welche durch eine Querwand in zwei Fächer geteilt sind, und wo jedes Fach durch einen Deckel verschlossen ist. Wenn man eine Nadel in die Blüte einführt und dabei die Antheren streift, so werden die Deckel aufgeklappt, der Pollen wird dadurch entblößt und klebt an die vorbeistreichende Nadel an. Dasselbe geschieht auch dann, wenn Insekten in die Blüte einfahren, wobei übrigens auch noch das bei späterer Gelegenheit zu besprechende Zusammenklappen der Narbe erfolgt.

Nicht weniger merkwürdig als diese Fälle, wo der Pollen durch das Eingreifen blütenbesuchender Insekten erst entblößt werden muß, bevor er abgestreift und aufgeladen werden kann, sind jene, wo die in Nischen geborgenen Pollenmassen durch Vermittelung eines besonderen Organs an die Körper der besuchenden Insekten geklebt und sodann aus ihren Verstecken hervorgezogen werden. Diese Art des Aufladens von Pollen, welche vorzugsweise bei den Orchideen vorkommt, ist überaus merkwürdig. Es verlohnt sich, dieselbe etwas näher ins Auge zu fassen und an einigen bekannten Vorbildern zu schildern, wozu freilich notwendig ist, daß hier zunächst eine übersichtliche Darstellung des eigentümlichen Baues der Orchideenblüte eingeschaltet wird. Bekanntlich haben alle Orchideen einen unterständigen Fruchtknoten, welcher zur Blütezeit den Eindruck eines Blütenstieles macht. Da an dem Aufbaue des Fruchtknotens die Achse einen wesentlichen Anteil nimmt (s. S. 73), so ist es eigentlich auch vom morphologischen Standpunkte aus nichts weniger als ungereimt, den Fruchtknoten als Stiel der Blüte zu bezeichnen. In allen Fällen trägt derselbe auf seinem Scheitel zwei dicht übereinander stehende dreigliederige Wirtel aus Blumenblättern. Je zwei Blätter eines Wirtels sind gleichgestaltet, während das dritte unpaarige Blatt von ihnen abweicht. Besonders auffallend tritt diese Abweichung an dem unpaarigen Blatte des innern Wirtels hervor, das man Lippe oder Lippchen (labellum) genannt hat. Manchmal ähnelt dieses Blatt wirklich einer Lippe, vielfach nimmt es aber auch die Form eines Holzschuhes, eines Kahnes oder Beckens an, oder es ähnelt einer vorgestreckten Zunge,

mitunter auch dem Leibe einer Spinne oder eines Insektes (s. Abbildung, S. 223, Fig. 2, und auf Tafel bei S. 221). Häufig ist die Lippe am Rande gelappt, oft auch gefranst oder in lange, lockenförmig gewundene Bänder zerschlitzt, zeigt überhaupt eine unerschöpfliche Mannigfaltigkeit in Umriß, Größe und Form und ist die Hauptursache der eigentümlichen bizarren Gestalt, welche für die Orchideen sprichwörtlich geworden ist. Das Achsengebilde des Fruchtknotens erstreckt sich bei den meisten Orchideen noch über die beiden Wirtel der Blumenblätter hinaus und erhebt sich inmitten der Blüte als sogenannte Befruchtungssäule. Dieses Gebilde, das man auch kurzweg Säule nennen kann, trägt die Pollenblätter und die Narbenflächen, erscheint vom Mittelpunkte der Blüte etwas weggerückt und ist der Lippe stets so gegenübergestellt, daß der Zugang zum Blütengrunde zwischen beiden in der Mitte liegt. Von Pollenblättern sind bei jener kleinen Abteilung der Orchideen, für welche der Frauenschuh (Cypripedium; s. S. 249, Fig. 1 und 2) als Vorbild dienen kann, zwei zur Entwickelung gekommen, bei den meisten anderen ist nur ein Pollenblatt in jeder Blüte vollständig ausgebildet. Der Träger der Anthere ist erst bei genauer Untersuchung und Zergliederung der Blüte zu erkennen, bei äußerlicher Besichtigung ist derselbe nicht wahrzunehmen. Gewöhnlich erscheint die Anthere, beziehentlich das Antherenpaar, in Nischen und Gruben der Säule eingebettet oder einer Seite oder auch dem Scheitel der Säule angeschmiegt und angewachsen. In den Blüten mancher Orchideen, wie beispielsweise der auf S. 255 abgebildeten Sumpfwurz, sieht man neben dem einen Pollenblatte mit vollständig entwickelter zweifächeriger Anthere rechts und links noch je ein verkümmertes Pollenblatt in Form eines dreieckigen Zahnes. Neben den Pollenblättern trägt die Säule auch noch die den Spitzen der drei Fruchtblätter entsprechenden Narben. Bei der oben erwähnten Gruppe der Orchideen, als deren Repräsentant der Frauenschuh (Cypripedium) gelten kann, sind alle drei zur Aufnahme des Pollens geeignet, bei den anderen Orchideen sind nur zwei Narben hierzu befähigt, und diese sind gewöhnlich zu einer einzigen Scheibe oder Platte miteinander verschmolzen; die dritte Narbe ist in das sogenannte Rostellum umgewandelt, ein Gebilde, welches bei den weiterhin zu beschreibenden Vorgängen eine sehr wichtige Rolle spielt. Bald ist das Rostellum kappen- oder klappenförmig, bald wieder hat es die Gestalt eines Säckchens oder einer Tasche, eines schiefen Daches, einer Leiste oder eines Blättchens, jedesmal steht dasselbe mit der Anthere in eigentümlichen Beziehungen und ist über ein Ende derselben gedeckt oder ausgespannt. Durch Zerfall gewisser Zellenschichten und Zellennester entsteht in diesem Rostellum eine zähe, äußerst klebrige Masse, welche lebhaft an Vogelleim erinnert und in den meisten Fällen die Form einer Warze annimmt. Die Anthere ist zweifächerig. Ihre Fächer, deren jedes ein Pollenkölbchen oder Pollinium enthält, reißen schon sehr zeitig auf, gewöhnlich schon zur Zeit, wenn die Blüte noch geschlossen ist. Man sieht dann aus den zwei der Länge nach aufgeschlitzten Fächern die Pollenkölbchen herauslugen und bemerkt, daß die schmäleren Enden derselben mit dem Klebekörper des Rostellums in Verbindung stehen. Wie diese Verbindung hergestellt wird, ist je nach den Arten sehr verschieden und kann ausführlicher hier nicht behandelt werden; genug an dem, die Verbindung ist jedesmal eine so gediegene, daß die beiden Pollenkölbchen aus ihrem Bette herausgezogen und entführt werden, sobald der Klebekörper, von einem vorüberstreifenden Gegenstande berührt, anhaftet und von seiner Bildungsstätte abgehoben wird. Die in Europa weitverbreitete breitblätterige Sumpfwurz (Epipactis latifolia), welche als besonders geeignetes Beispiel zur Erläuterung des merkwürdigen Blütenbaues und des noch merkwürdigeren Aufladens der Pollenkölbchen auf den Leib der besuchenden Insekten gewählt wurde, zeigt alle bisher geschilderten Eigenheiten der Orchideen in ausgezeichneter Weise (s. S. 255, Fig. 2 und 3). Die Lippe ist im oberen Teile beckenförmig vertieft und enthält dort reichlichen Honig. Über der Lippe folgt die von der Säule getragene viereckige Narbe, über dieser das warzenförmige Rostellum und über

dem Rostellum die Anthere. Die zwei in der Anthere ausgebildeten Pollenkölbchen sind mit der klebrigen Warze des Rostellums verbunden. Wie das aus der Anthere herausgezogene Paar der Pollenkölbchen aussieht, wird durch Fig. 4 der untenstehenden Abbildung anschaulich gemacht. Der Honig, welcher in der beckenförmigen Vertiefung abgesondert wird, ist kurzrüsseligen Insekten leicht zugänglich, und es werden daher die Blüten der Sumpfwurz mit Vorliebe von Wespen aufgesucht. Kommt eines dieser Tiere — ich wählte für das Bild



Aufladen und Abladen der Pollenkölbchen in den Blüten einer Orchidee: 1. Blütenähre der breitblätterigen Sumpfwurz (Epipactis latifolia), auf welche eine Wespe (Vespa Austriaca) zufliegt. — 2. Eine Blüte dieser Pflanze von vorn gesehen. — 3. Dieselbe Blüte in seitlicher Ansicht; die dem Beschauer zugewendete Hälfte des Perigons weggeschnitten. — 4. Die beiden Pollenkölbchen, durch das Rostellum verbunden. — 5. Dieselbe Blüte von einer Wespe besucht, welche sich beim Lecken des Honigs das Rostellum mit den beiden Pollenkölbchen an die Stirn klebt. — 6. Die Wespe verläßt mit den angekitteten, aufrecht stehenden Pollenkölbchen die Blüte. — 7. Die Wespe besucht eine neue Blüte und drückt die der Stirn angeklebten, inzwischen herabgeschlagenen Pollenkölbchen an die Narbe an. — Fig. 1 in natürlicher Größe; die andern Figuren 2fach vergrößert. Vgl. Text, S. 254—256.

Vespa Austriaca, welche ich oftmals an den Blüten beobachtete — auf die Lippe angeflogen, so hält es sich mit seinen Beinen an den Buckeln der Unterlippe fest und leckt das mit Honig gefüllte Becken von unten nach oben zu allmählich aus. Oben angekommen berührt es mit der Stirn unvermeidlich den Klebekörper des Rostellums. Sofort ist dieser der Berührungsstelle angekittet (s. obenstehende Abbildung, Fig. 5). Verläßt nun die Wespe nach vollendetem Schmause die Blüte, so zieht sie die mit dem Klebekörper verbundenen beiden Pollenkölbchen aus den Antherenfächern heraus und sucht, mit diesem seltsamen Kopfputze versehen, das Weite. Es sei hier noch erwähnt, daß sich solche Wespen mit einer Schüssel Honig, beziehentlich mit dem Mahle aus einer Blüte nicht bescheiden, sondern auch

noch andere Blüten aufsuchen und sich dort in derselben Weise benehmen, wie es eben geschildert wurde. Während des Fluges von der einen zur anderen Blüte haben sich die an der Stirn klebenden Pollenkölbchen gegen die Mundwerkzeuge herabgeschlagen, und wenn nun das honigleckende Tier am oberen Ende des Beckens einer zweiten Blüte anlangt, so werden die Pollenkölbchen an die viereckige Narbe gedrückt (s. Abbildung, S. 255, Fig. 6).

Im wesentlichen wiederholt sich der hier an den Blüten der breitblätterigen Sumpfwurz erläuterte Vorgang an den meisten Orchideen, deren Lippe nach abwärts gewendet ist, und die in jeder Blüte nur eine einzige Anthere bergen; in Nebensachen herrscht allerdings eine große Verschiedenheit, was mit Rücksicht auf die weitgehende Mannigfaltigkeit der Blütenformen und der Blütenbesucher auch nicht anders erwartet werden kann. Ein paar der auffallendsten Abweichungen mögen hier mit kurzen Worten noch Erwähnung finden. Die meiste Abwechselung zeigt, wie schon früher erwähnt, die Lippe und das Rostellum. Bei einigen Gattungen, wie z. B. bei dem Zweiblatte (Listera), ist der honigführende Teil der Lippe nicht beckenförmig, sondern stellt eine lange, schmale Rinne dar, welche von kleinen Käfern ausgeleckt wird; in anderen Fällen ist die Lippe nach rückwärts ausgesackt und setzt sich in den sogenannten Sporn fort, dessen mit süßem Safte gefüllte Zellen von den Insekten angebohrt und ausgesaugt werden, was z. B. bei der Gattung Knabenkraut (Orchis) der Fall ist. Oder es wird in die enge Röhre des Spornes Honig ausgeschieden, welcher insbesondere für Schmetterlinge als Anlockungsmittel dient, wie bei den Gattungen Nacktdrüse (Gymnadenia) und Stendel (Platanthera; s. Abbildung, S. 224, Fig. 9).

An dem Rostellum entstehen sehr häufig zwei getrennte Klebekörper, von welchen sich jeder nur mit einem Pollenkölbchen in Verbindung setzt. Die Insekten ziehen daher beim Verlassen der Blüten nicht immer beide, sondern häufig nur eins der Pollenkölbchen aus der Anthere. Bei den Arten der Gattung Zweiblatt (Listera) ist das Rostellum blattartig, ragt wie ein Schirm über die Narbe, ist aber mit den Pollenkölbchen im Beginne des Blühens nicht verbunden. Sobald dasselbe jedoch berührt wird, quillt aus ihm augenblicklich ein Tropfen zäher Flüssigkeit hervor, der sich einerseits an den berührenden Körper, anderseits an die über dem Rostellum liegenden Pollenkölbchen anhängt, binnen 2—3 Sekunden erhärtet und so den berührenden Körper mit den Pollenkölbchen verkittet. Wenn die kleinen Schlupfwespen aus den Gattungen Cryptus, Ichneumon und Tryphon und noch mehr die kleinen Käfer aus der Gattung Grammoptera auf der Unterlippe landen und die mit Honig gefüllte Rinne von unten nach oben zu auslecken, so kommen sie am Schlusse ihrer Mahlzeit mit der vorspringenden Kante des Rostellums in Berührung; im Nu werden ihnen auf die soeben geschilderte Weise die Pollenkölbchen angekittet, und wenn die genannten Tiere dann wieder fortfliegen, müssen sie unvermeidlich auch die an der Stirn festsitzenden Pollenkölbchen als Bescherung mitnehmen.

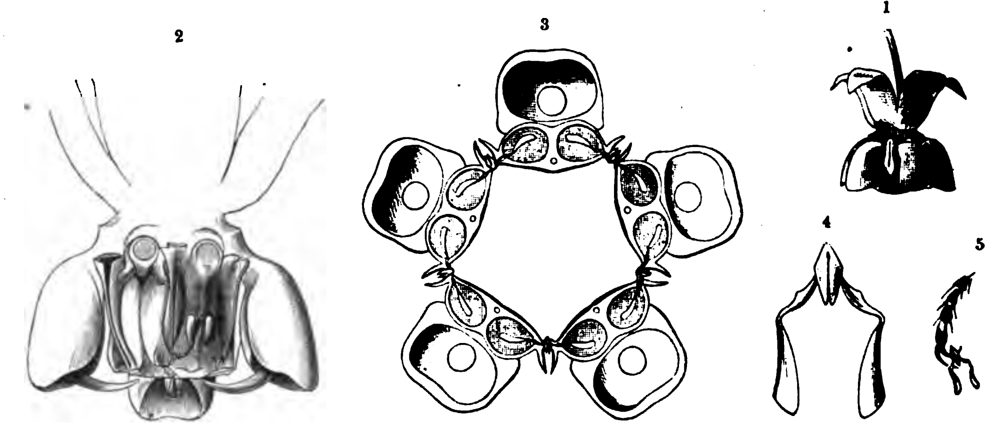
Merkwürdigerweise werden mitunter auch an die Augen der Insekten die Klebekörper angekittet, was jedenfalls eine Beschränkung des Sehvermögens zur Folge hat. Es geschieht das insbesondere in jenen Orchideenblüten, deren Antherenfächer und Pollenkölbchen nach unten zu auseinander weichen und sich mit zwei getrennten Klebekörpern des Rostellums in Verbindung setzen. In den Blüten der Bergstendel (Platanthera montana) weichen die beiden Pollenkölbchen so stark auseinander, daß sie einen Winkel von 70° einschließen, und sie bilden gewissermaßen ein Joch, unter welchem die Schmetterlinge ihren Kopf einführen müssen, wenn sie Honig aus dem langen Sporne saugen wollen. Da ist es unvermeidlich, daß sich die Klebekörper und mittels dieser die Pollenkölbchen rechts und links am Kopfe anheften, und daß dabei häufig auch die Augen beklebt werden. Die Gattung Platanthera, zu welcher die oben genannte Art gehört, ist übrigens auch insofern sehr interessant, als sie zeigt, daß jenen kleinen Abweichungen im Baue der Blüten, welche als Anhaltspunkte zur

Unterscheidung ähnlicher Arten benutzt werden, stets auch eine besondere Bedeutung mit Rücksicht auf den Insektenbesuch zukommt. Die Platanthera Hookeri der Neuen Welt weicht von der Platanthera montana der Alten Welt dadurch ab, daß in der Mitte der Narbe ein Lappen vorspringt, durch welchen zwei Einfahrten zur honigführenden Röhre des Spornes hergestellt werden. Da nun die anfliegenden Schmetterlinge ihre Rüssel nur durch einen dieser beiden Zugänge einführen können, so kommen sie auch nur mit einem Klebekörper in Berührung, und es werden daher diese Tiere auch nur einseitig mit einem Pollenkölbchen am Kopfe behaftet. Wieder anders verhält es sich bei Plantanthera bifolia, welche durch Europa und Asien weitverbreitet ist. Die Pollenkölbchen liegen bei ihr über der Einfahrt nahezu parallel und kleben gewöhnlich zugleich an ein Auge der besuchenden Schwärmer (s. Abbildung, S. 224, Fig. 11) oder an der Basis des Rüssels der besuchenden Nachtschmetterlinge (Spanner aus der Gattung Anaitis und Eulen aus den Gattungen Agrotis, Hadena und Plusia) an. Bei den verschiedenen Arten der Gattung Nacktdrüse (Gymnadenia) bleiben die Pollenkölbchen an den Seiten des Rüssels der saugenden kleinen Eulen, bei der Herminie (Herminium Monorchis) dagegen an den Vorderfüßen der honigleckenden kleinen Aderflügler und Käfer kleben. So ließe sich noch eine lange Reihe von Einrichtungen vorführen, welche die wunderbaren Beziehungen zwischen Gestalt der Blüten und Form der blütenbesuchenden Tiere darlegen.

Zur Zeit des Insektenbesuches ist bei den zuletzt besprochenen Orchideen, welche sämtlich aufrechte Blütenstände haben, die Lippe infolge einer Drehung des stielartigen unterständigen Fruchtknotens der Erde zugewendet (s. Tafel, S. 221). Nur eine kleine Gruppe der Orchideen behält die von den Blütenteilen in der Knospe eingenommene Lage auch dann noch bei, wenn sich die Knospe geöffnet hat und Insekten zum Besuche erwartet werden. Als Vorbild für diese Gruppe der Orchideen mag hier das Ohnblatt (Epipogum aphyllum) gewählt werden, jene merkwürdige Pflanze, welche mit Rücksicht auf ihre eigentümliche Lebensweise schon früher wiederholt besprochen und auch bildlich dargestellt wurde (s. Text und Tafel in Band I, S. 103). Wie an diesem Bilde und auch in der Abbildung auf S. 223, Fig. 10 zu ersehen ist, sind in jeder Blüte dieser Orchidee fünf Zipfel des Perigons lang, schmal und etwas aufwärts gebogen und umschließen, ähnlich den ausgesperrten und zugleich gekrümmten Fingern einer hohlen Hand, einen Raum, in dessen Mitte sich die Befruchtungssäule als eine sanft ansteigende Anflugsplatte zeigt. Obenauf wölbt sich das sechste Blatt des Perigons in Gestalt einer Mütze oder eines Helmes, und so erinnert die ganze Blüte einigermaßen an die Blüte des Eisenhutes. Im Innern des mützen- oder helmförmigen Blattes ist Honig geborgen, und die Hummeln, welche diesen Honig gewinnen wollen, müssen über die Anflugsplatte nach aufwärts vordringen, wobei ein Kontakt der unteren Leibesseite und der Platte unvermeidlich ist. Nun wird aber die Anflugsplatte bei dem Ohnblatte aus der Befruchtungssäule gebildet, welche die Narbe und die Anthere trägt. Im Vergleiche zu jenen Orchideenblüten, deren Lippe nach abwärts geschlagen ist, folgen daher hier die einzelnen Teile in umgekehrter Ordnung. Das nach unten gewendete Ende der Säule trägt bei dem Ohnblatte die Anthere, dann folgt das Rostellum, welches eine sehr klebrige Warze erzeugt, und noch weiter aufwärts die als steile Wand sich aufböschende Narbe (s. Abbildung, S. 223, Fig. 12). Die Pollenkölbchen, welche eine eiförmige Gestalt haben, sind mittels langer, zäher Fäden an die klebrige Warze des Rostellums gekettet (s. Abbildung, S. 223, Fig. 11) und von einer häutigen Kappe, welche der Anthere angehört, überdeckt. Wenn nun die in den schattigen Wäldern schwärmende Hummel Bombus lucorum auf der Befruchtungssäule des Ohnblattes landet und vom unteren Rande derselben zu dem Honig des helmförmigen Perigonblattes vordringt, so kommt sie mit den verdeckten Pollenkölbchen nicht sogleich in unmittelbare Berührung, wohl aber wird ihr bei dieser Gelegenheit die klebrige Warze des

Rostellums an die untere Seite des Leibes angekittet, und wenn dann das Insekt die Blüte verläßt, wird die Antherenkappe zurückgeschlagen, die beiden an dem Klebekörper hängenden Pollenkölbchen werden aus ihrem Verstecke herausgerissen und aus der Blüte entführt (s. Abbildung, S. 223, Fig. 13). Wie sie dann später zu den Narben anderer Blüten gelangen, wird im nächsten Kapitel zu besprechen sein.

Eine entfernte Ähnlichkeit mit den eben beschriebenen, in den Blüten der Orchideen sich abspielenden Vorgängen bei dem Aufladen des Pollens auf den Leib der angeflogenen Tiere hat auch das Anheften der Pollenkölbchen mittels besonderer Klemmkörper an die Füße der Insekten, wie solches in den Blüten der Asklepiadeen beobachtet wird. Der Pollen erscheint hier auch wieder in Form von Pollenkölbchen oder sogenannten Pollinien, die zu zwei und zwei miteinander verbunden sind, und man wird beim Anblicke eines solchen Paares von Pollinien (s. untenstehende Abbildung, Fig. 4) unwill-



Vorrichtung zum Anheften der Pollinien einer Asklepiadee (Asclepias Cornuti) an die Füße der Insekten mittels Klemmkörper: 1. Blüte der Asclepias Cornuti, von der Seite gesehen. — 2. Dieselbe Blüte vergrößert; die vorderen zwei Blumenblätter sowie die vordere Wand einer Anthere weggeschnitten. — 3. Querschnitt durch dieselbe Blüte. — 4. Klemmkörper mit zwei Pollinien. — 5. Insektenfuß mit Pollinien behaftet. — Fig. 1 in natürlicher Größe; die anderen Figuren 2—5fach vergrößert. Vgl. Text, S. 259.

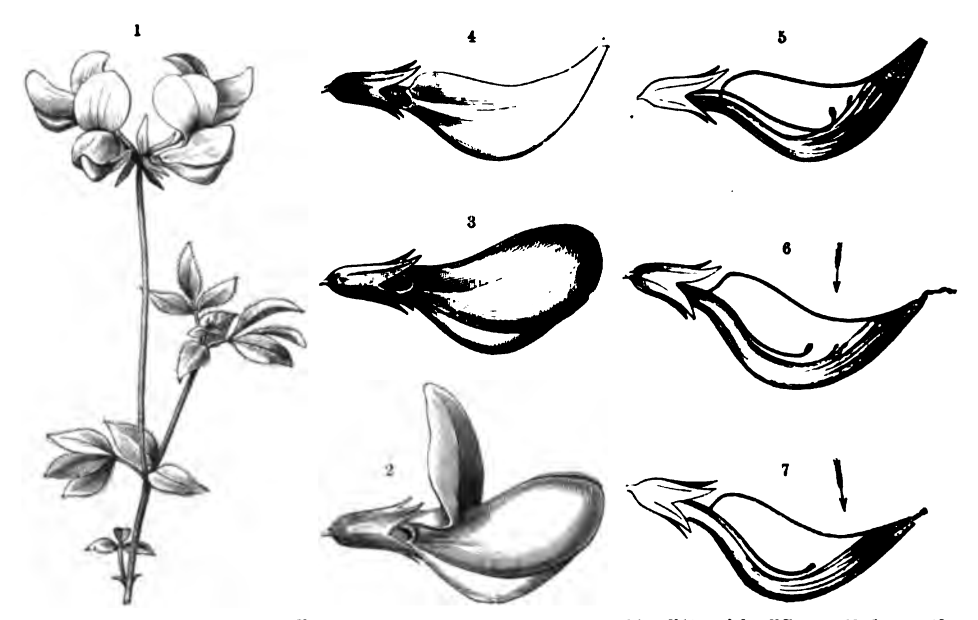
kürlich an die analogen Gebilde in den Orchideenblüten erinnert. Bei näherem Zusehen ergeben sich aber doch sehr erhebliche Unterschiede. Erstens ist das Knötchen, durch welches die beiden Pollinien zusammenhängen, nicht weich und klebrig, sondern ein trockner und fester Klemmkörper mit zwei Armen, von welchem dünne eingeschlossene Gegenstände wie von den Armen einer Pinzette festgehalten werden, zweitens sind die Pollinien nicht keulenförmig und teigartig, sondern stellen glänzende hornartige Blättchen dar, und drittens gehören die beiden an den Klemmkörper mittels bandartiger Stränge gehefteten Pollinien nicht einem, sondern zwei benachbarten Pollenblättern an. Wie der Querschnitt durch die Blüte der Seidenpflanze (Asclepias Cornuti; s. obenstehende Abbildung, Fig. 3) zeigt, wird die Mitte der Blüte von einer fünfseitigen Säule eingenommen. Jeder der fünf Seiten dieser Säule ist ein gedunsenes zweifächeriges Pollenblatt aufgelagert, an dessen seitlichen Rändern häutige Säume herablaufen. Diese häutigen Säume liegen der Säule nicht an, sondern sind auswärts gestülpt, und je zwei und zwei derselben stehen nebeneinander, wie etwa die aufgebogenen Ränder zweier benachbarter, auf einem Tische liegender Papierbogen. Dadurch wird der Eindruck hervorgebracht, als wäre die aus den Pollenblättern gebildete Hülle der fünfseitigen Mittelsäule vor den Kanten dieser Säule der Länge nach aufgeschlitzt. Da der gedunsene Teil der Pollenblätter von den tütenförmig ausgehöhlten, mit Honig erfüllten und in der Mitte mit einem hornförmigen Fortsatze geschmückten Blumenblättern überdeckt

ist, so sieht man von den Pollenblättern äußerlich nur die aufgestülpten häutigen Säume, beziehentlich die fünf Schlitze, was durch die Abbildung auf S. 258, Fig. 1 und 2 anschaulich gemacht ist. In der Tiefe eines jeden dieser fünf Schlitze findet sich je ein Klemmkörper, und von diesem gehen bandförmige Stränge aus, die ihn mit den Pollinien in den benachbarten Fächern der Pollenblätter verbinden. So sind demnach durch jeden Klemmkörper zwei Pollinien miteinander verbunden, von welchen sich das eine in dem linken Fache des vom Schlitze rechts liegenden, das andere in dem rechten Fache des vom Schlitze links liegenden Pollenblattes entwickelt hat. Der reichliche Honig in den erwähnten tütenförmigen Blumenblättern und der weithin wahrnehmbare Honigduft führen unzählige Insekten zu den Blüten der Asklepiadeen. Da der Honig sehr oberflächlich liegt und daher auch von kurzrüsseligen Tieren gewonnen werden kann, kommen neben den Bienen und Hummeln insbesondere auch Wespen und Sphegiden angeflogen, und es gewährt ein großes Vergnügen, diese schön bemalten glatten Insekten, zumal die prächtigen Skolien (Scolia haemorrhoidalis, quadripunctata, bicincta), sich auf den Blüten herumtreiben zu sehen. Die Blüten, welche zur Zeit, wann sie am reichsten mit Honig versorgt sind, nicken oder überhängen, bieten den Insekten keinen bequemen Anflugsplatz und Halteplatz zum Honiggenusse. Alle Teile der Blüte sind glatt und schlüpfrig, und nur in den oben beschriebenen Schlitzen zwischen den honigführenden Blumenblättern finden die Insekten gute Stützpunkte. In diese führen denn auch die angeflogenen Tiere die bekrallten Fußspitzen ein, streifen von dem einen bis zum anderen Ende hindurch und heften sich bei dieser Gelegenheit an eine der Krallen den Klemmkörper an. Wenn sie dann bei dem Verlassen der Blüte den betreffenden Fuß aus dem Schlitze herausziehen, so werden die an dem Klemmkörper befestigten zwei Pollinien aus ihren Höhlungen gezerrt und an das Tageslicht befördert. Der Insektenfuß zeigt nunmehr eine der Krallen in den Klemmkörper eingezwängt, und an dem Klemmkörper hängen die beiden Pollinien, wie es durch die Abbildung auf S. 258, Fig. 5 dargestellt ist.

Was nun mit den Pollinien weiterhin geschieht, gehört zwar streng genommen nicht mehr in dieses Kapitel; dennoch scheint es mir passend, die weiteren Schicksale derselben schon hier zu besprechen. Die Pollinien sollen zu den Narben und zwar zu den Narben an der Fruchtanlage anderer Blüten kommen. Wo sind nun diese Narben? Die fünfseitige, von den fünf Pollenblättern umgebene Mittelsäule, von welcher früher die Rede war, enthält in ihrem Innern eingelagert die Fruchtanlage. Der Zugang zu dieser Fruchtanlage aber wird durch die sogenannten Narbenkammern hergestellt, welche dicht unter dem knopfartigen Ende der Mittelsäule liegen und nach außen zu geöffnet sind. Diese Zugänge liegen so wie die Klemmkörper in den Schlitzen versteckt, und Insekten, welche in die Schlitze treten, kommen mit ihren Fußenden gelegentlich auch in diese Narbenkammern. Hatten die Insekten schon früher eine andere Blüte besucht und wurden ihnen dort Pollinien mittels des Klemmkörpers angeheftet, so werden diese zu den neubesuchten Blüten verschleppt. Indem die Tiere, daselbst angekommen, festen Halt suchen und in den Schlitz einfahren, stopfen sie die Pollinien in die unter dem Schlitze versteckten Narbenkammern. Ziehen sie dann den Fuß wieder zurück, so reißen die Bänder, durch welche die Pollinien mit dem Klemmkörper verbunden sind, ab, die Pollinien bleiben in der Narbenkammer, die Klemmkörper an den Füßen der Insekten zurück. Bei dieser Gelegenheit kann auch ein neuer Klemmkörper mit Pollinien angeheftet werden, und es kann sich dieser Vorgang überhaupt mehrmals wiederholen. Beim Einfangen von Insekten, welche die Blüten von Asclepias Cornuti besuchten, wurden manchmal an einem und demselben Fuße 5—8 Klemmkörper gefunden.

Das Anklemmen der Pollinien an die Füße der Insekten gehört zu dem Merkwürdigsten, was man im Bereiche der Blüten von dergleichen Vorgängen beobachtet hat, und es wäre nicht zu verwundern, wenn diejenigen, welche das alles nicht mit eignen Augen gesehen

haben, die betreffenden Schilderungen für Erfindungen der erhitzten Phantasie eines Botanikers halten würden. Es reihen sich aber an die geschilderten Vorgänge noch vier andere an, welche das Erstaunen des Beobachters in nicht geringerem Grade zu erregen vermögen, und die insbesondere auch darum sehr beachtenswert sind, weil bei ihnen das **Aufladen des Pollens auf den Leib der besuchenden Insekten durch besondere Bewegungen der Blütenteile geschieht.** Die Insekten heften sich den Pollen nicht selbst durch unmittelbare Berührung an, sondern sie veranlassen nur bei Gelegenheit des Einfahrens in die Blüte gewisse Veränderungen in der Lage der Blütenteile, welche zur Folge haben, daß der Pollen an bestimmte Stellen des Leibes gestreut, angepreßt oder hingeworfen wird.



Pumpwerk zum Aufladen des Pollens: 1. Lotus corniculatus. — 2. Eine Blüte dieser Pflanze, 2fach vergrößert. — 3. Dieselbe Blüte; die Fahne weggenommen. — 4. Dieselbe Blüte; die Fahne und die Flügel weggenommen, so daß das Schiffchen entblößt ist. — 5. Ein Blatt des Schiffchens weggenommen; im Innern des Schiffchens sieht man die Pollenblätter, von welchen die längeren gegen ihr freies Ende zu keulenförmig verdickt sind. Der Hohlkegel oberhalb der entleerten Antheren ist mit Pollen erfüllt, und in diesen Pollen ist der Griffel mit der Narbe eingebettet. — 6 Das Schiffchen ist in der Richtung des Pfeiles herabgerückt; infolgedessen wird an der Mündung des Hohlkegels durch das Bündel der keulenförmigen Antherenträger Pollen hinausgepumpt. — 7. Das Schiffchen in der Richtung des Pfeiles noch mehr herabgerückt, so daß die Narbe vor die Mündung des Hohlkegels zu stehen kommt. Vgl. Text, S. 261.

Ich vergleiche derlei Einrichtungen an den Pflanzen nicht gern mit den Erzeugnissen menschlicher Kunstfertigkeit; wenn man aber diese verschiedenen Pumpen und Hebel sieht, so liegt der Vergleich mit gewissen von den Menschen erfundenen und verwendeten Gerätschaften und Maschinen so nahe, daß es gesucht und unnatürlich wäre, ihn abzuweisen. Ja, es erleichtert sogar wesentlich das Verständnis dieser Einrichtungen, wenn für sie Namen gewählt werden, welche die Ähnlichkeit mit einfachen, im Haushalte des Menschen gebrauchten Gerätschaften und Maschinen andeuten. Von diesem Gesichtspunkte ausgehend, sollen die noch zu besprechenden Einrichtungen bei dem Beladen der Tiere mit Pollen auch in der angedeuteten Weise bezeichnet und als Pumpwerke, Schlagwerke, Schleuderwerke und Streuwerke vorgeführt werden.

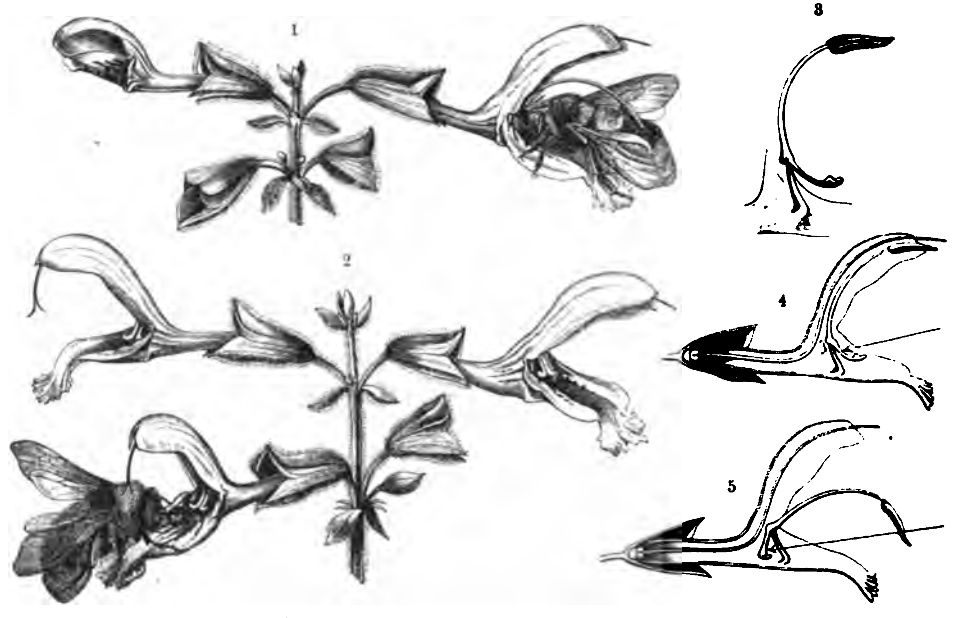
Zunächst das **Pumpwerk in den Schmetterlingsblüten.** Nicht in allen, aber doch in sehr vielen Schmetterlingsblüten, namentlich in jenen der Kronwicke, des Hufeisenklees, der Wolfsbohne, der Hauhechel, des Wundklees (Coronilla, Hippocrepis, Lupinus,

Ononis, Anthyllis) und insbesondere des hier zum Vorbilde gewählten Hornklees (Lotus corniculatus; s. Abbildung, S. 260, Fig. 1 und 2), sind die beiden seitlichen Blumenblätter, welche man in der botanischen Kunstsprache Flügel nennt, nach oben zu konvex und schließen so zusammen, daß sie einen über das Schiffchen gewölbten Sattel bilden. Mit dem Schiffchen stehen diese Flügel in eigentümlicher Weise in Verbindung. Nahe der Basis findet sich an jedem derselben ein faltenförmiger Vorsprung, und dieser paßt genau in eine Furche des entsprechenden Teiles am Schiffchen (s. S. 260, Fig. 3 und 4). Dadurch sind beide fest verschränkt, und jeder Druck auf das Flügelpaar wird auch auf das Schiffchen übertragen. Wenn sich Bienen oder Hummeln rittlings auf das zu einem Sattel vereinigte Flügelpaar setzen, so wird dadurch nicht nur dieses selbst, sondern auch das Schiffchen herabgedrückt, und da sieht man mit Erstaunen, daß infolge dieser Bewegung aus einer kleinen Spalte an der hohlkegelförmigen Spitze des Schiffchens teigartiger Pollen wie ein kleines Würmchen oder wie ein schmales Band hervorkommt, um an die untere Leibesseite, mitunter auch an die Beine, der reitenden Insekten gepreßt zu werden. Der Vorgang dieses Hervorpressens ist durch die Figuren 5, 6 und 7 auf S. 260 dargestellt. Wie an diesen Figuren zu ersehen ist, haben sich mehrere Staubfäden unterhalb der von ihnen getragenen Antheren keulenförmig verdickt, liegen knapp aneinander und nehmen sich in dem hohlkegelförmigen, nur an der Spitze offenen Schiffchen gerade so aus wie der Stempel in einer Pumpe. Ja, sie wirken auch gleich einem solchen Stempel! Wenn nämlich infolge eines Druckes, dessen Richtung der Pfeil anzeigt, das Schiffchen in die Tiefe rückt, so werden dadurch die feststehenden Enden der Staubfäden weiter in den Hohlkegel des Schiffchens hineingedrängt und pressen einen Teil des dort aufgespeicherten Pollens aus der erwähnten kleinen Spalte an der Spitze hinaus. Läßt der Druck nach, so kehrt das Schiffchen in seine frühere Lage zurück. Durch sorgfältige Untersuchungen wurde ermittelt, daß das Hinauspumpen teigartigen Pollens aus einer und derselben Blüte sich achtmal wiederholen kann, vorausgesetzt, daß das Schiffchen nicht gar zu tief herabgedrückt wurde. Zu bemerken ist nur noch, daß bei stärkerem Abwärtssinken des Schiffchens auch das Griffelende aus der kleinen Spalte hervorkommt (s. S. 260, Fig. 7) und an den Hinterleib der besuchenden Bienen und Hummeln anstreift, worauf bei anderer Gelegenheit nochmals zurückzukommen sein wird.

Das Pumpwerk, wie es hier geschildert wurde, scheint ausschließlich auf Schmetterlingsblüten beschränkt zu sein. Dagegen ist das **Schlagwerk**, welches nun vorgeführt werden soll, in den Blüten der verschiedensten Familien zur Ausbildung gelangt. In allen hierher gehörigen Fällen macht die Bewegung der Antherenträger, welche das Aufladen des Pollens auf den Leib der besuchenden Insekten zur Folge hat, auf den Beschauer einen ähnlichen Eindruck wie das Aufschlagen des Hammers auf die Glocke einer Turmuhr, wenn auch die Auslösung dieser Bewegung in den verschiedenen Blüten sehr abweichend ist. Das eine Mal wird ein zweiarmiger Hebel in Bewegung gesetzt, das andere Mal findet ein plötzliches Aufschnellen der Pollenblätter aus einer Klemme statt, und wieder in anderen Fällen erfahren die reizbaren Träger der Antheren bei der leisesten Berührung eine Lageänderung, welche an das Zusammenschlagen der Laubblättchen bei der Sinpflanze (Mimosa; s. Bd. I, S. 502) erinnert.

Das bekannteste aller Schlagwerke ist das in den Blüten der Salbeipflanzen. An keiner Art dieser umfangreichen Gattung ist dasselbe schöner zur Entwickelung gelangt als an dem klebrigen Salbei (Salvia glutinosa), und es soll daher auch dieser hier zum Vorbilde dienen. Wie aus der auf S. 262 eingeschalteten Abbildung ersehen werden kann, sind die Blumen dieses Lippenblütlers seitlich eingestellt, und es bildet die Unterlippe für die anfliegenden Hummeln den besten Landungsplatz. Will die gelandete Hummel den im Hintergrunde der Blüte in der Umgebung des Fruchtknotens geborgenen Honig gewinnen, so muß sie von der

Unterlippe aus in den weit geöffneten Rachen der Blüte vordringen. Nun findet sich aber gerade dort das merkwürdige Schlagwerk aufgestellt. Es erhebt sich nämlich rechts und links am Eingange je ein Pollenblatt (s. untenstehende Abbildung, Fig. 3), das sich aus einem aufrechten, kurzen, festen und unverrückbaren Träger und der von einem halbbogenförmigen Konnektiv getragenen schaukelnden Anthere zusammensetzt. Die Verbindung dieser beiden Teile wird mittels eines Gelenkes hergestellt, welches die Schaukelbewegung nur nach einer in der untenstehenden Abbildung durch die Figuren 4 und 5 ersichtlich gemachten Richtung gestattet. Der in schaukelnde Bewegung zu versetzende Teil des Pollenblattes besteht aus einem oberen längeren Hebelarme, der mit der pollenbedeckten Anthere abschließt, und einem



Aufladen des Pollens mittels eines Schlagwerkes: 1. Ein Teil des Blütenstandes von Salvia glutinosa; die Blüte rechts von einer Hummel besucht, auf deren Rücken die pollenbedeckte Anthere herabschlägt. — 2. Ein anderer Teil desselben Blütenstandes mit drei offenen Blüten, die auf verschiedenen Entwickelungsstufen stehen. Die Blüte links unten; von einer Hummel besucht, welche auf ihrem Rücken den Pollen von einer jüngeren Blüte mitbringt und denselben an die herabgebogene Narbe abstreift. — 3. Ein Pollenblatt der Salvia glutinosa mit schaukelndem Konnektiv. — 4. Längsschnitt durch eine Blüte der genannten Pflanze. Der Pfeil deutet die Richtung an, welcher entlang die Hummeln zum Blütengrunde einfahren. — 5. Derselbe Längsschnitt; der untere Hebelarm des Konnektivs ist gegen den Hintergrund der Blüte gedrängt, infolgedessen die pollenbedeckte Anthere am Ende des anderen Hebelarmes herabgedrückt wurde. Vgl. Text, S. 261.

unteren kurzen Hebelarme, der gegen sein freies Ende spatelförmig verbreitert und etwas kolbenförmig verdickt ist. Stößt die Hummel in der Richtung des Pfeiles (Fig. 4) an den unteren Hebelarm an, so wird der obere herabgeschlagen (Fig. 5). Da die beiden als Schlagwerke ausgebildeten Pollenblätter dicht nebeneinander stehen und insbesondere die unteren Hebelarme zusammenschließen, so erfolgt auch das Herabschlagen der oberen Hebelarme zu gleicher Zeit, und man könnte bei seitlicher Ansicht glauben, es sei hier nur eine einzige schaukelnde Anthere vorhanden. Wenn nun die von ihrem Landungsplatze auf der Unterlippe zum Blütengrunde vordringende Hummel an das den Rachen versperrende Paar der Hebelarme anstößt, so wird in demselben Augenblicke ihr Rücken oder die obere Seite ihres Hinterleibes von den herabschlagenden Antheren mit Pollen beladen (Fig. 1). Daß solche von dem Schlagwerke getroffene Hummeln, wenn sie späterhin andere Blüten besuchen, bei dem Einfahren den aufgeladenen Pollen an die vor die Blütenpforte herabgebogene Narbe anstreifen (Fig. 2), wird später nochmals zur Sprache kommen. Das Schlagwerk in den Blüten des im

Mittelmeergebiete weitverbreiteten gebräuchlichen Salbeis (Salvia officinalis) weicht von dem oben geschilderten nur darin ab, daß auch an dem unteren Hebelarme der Antheren etwas Pollen ausgebildet ist, welcher von den zum Blütengrunde einfahrenden Insekten an den Kopf angestrichen wird. Das schaukelnde Stück des Pollenblattes ist nämlich bei allen Salbeiarten als eine Anthere aufzufassen, deren Konnektiv eine eigentümliche Veränderung erfahren hat. Dasselbe ist in einen straffen Halbbogen umgewandelt, der an jedem Ende ein Fach zu tragen hat. Bei dem klebrigen Salbei ist nur an dem oberen Ende ein mit Pollen gefülltes Fach vorhanden, während dem unteren Ende der Pollen vollständig fehlt. Bei dem gebräuchlichen Salbei dagegen ist, wie gesagt, auch in dem kleineren Fache am Ende des kurzen unteren Hebelarmes etwas Pollen zur Entwickelung gekommen. An den Antheren jener zahlreichen Arten, für welche der Wiesensalbei (Salvia pratensis) als Vorbild gelten kann, ist der Träger der Antheren ungemein kurz und die untere Hälfte der Anthere, beziehentlich der untere Hebelarm in einen viereckigen Lappen umgestaltet. Die Lappen der gegenüberliegenden beiden Pollenblätter sind so miteinander verbunden, daß sie wie eine Fallthür die Blütenpforte verschließen. Nur dort, wo beide Lappen zusammenstoßen, zeigt jeder derselben eine kleine, muschelförmige Aushöhlung, die genau auf die entsprechende Aushöhlung des benachbarten Lappens paßt, wodurch ein Loch in der Mitte der Fallthür entsteht. Durch dieses Loch fahren die angeflogenen Insekten mit dem Rüssel ein und drücken dabei die Fallthür nach rückwärts und zugleich in die Höhe. Die Lappen, aus welchen sich die Fallthür zusammensetzt, bilden aber zugleich die kurzen Hebelarme des Schlagwerkes, und indem sie in die Höhe gehoben werden, schlagen die anderen langen Hebelarme, deren jeder an seinem Ende ein mit Pollen erfülltes Antherenfach trägt, herab, und es wird auf diese Weise die Oberseite des honigsaugenden Insektes mit Pollen beladen.

Während bei den Salbeiarten der Pollen auf die obere Seite der honigsaugenden Hummeln kommt, wird er bei den in Mexiko einheimischen Lopezien durch das Anschlagen der Anthere an die untere Seite der zu den Blüten kommenden Insekten gebracht. Diese Lopezien (Lopezia coronata, miniata, racemosa) sind schon dadurch auffallend, daß jede ihrer Blüten nur ein einziges antherentragendes Pollenblatt enthält. Dasselbe liegt eingeklemmt in dem darunter stehenden, der Länge nach zusammengefalteten und an seinem freien Ende löffelförmig gestalteten Blatte. Sobald sich ein Insekt auf dieses Blatt, beziehentlich auf das löffelförmige, den bequemsten Anflugsplatz bietende Ende desselben niederläßt, klappt es augenblicklich nach abwärts; zugleich schnellt das in ihm versteckte Pollenblatt in die Höhe, schlägt an die untere Seite desjenigen Tieres an, welches angeflogen kam, und ladet ihm an der Stelle des Anschlages den Pollen auf.

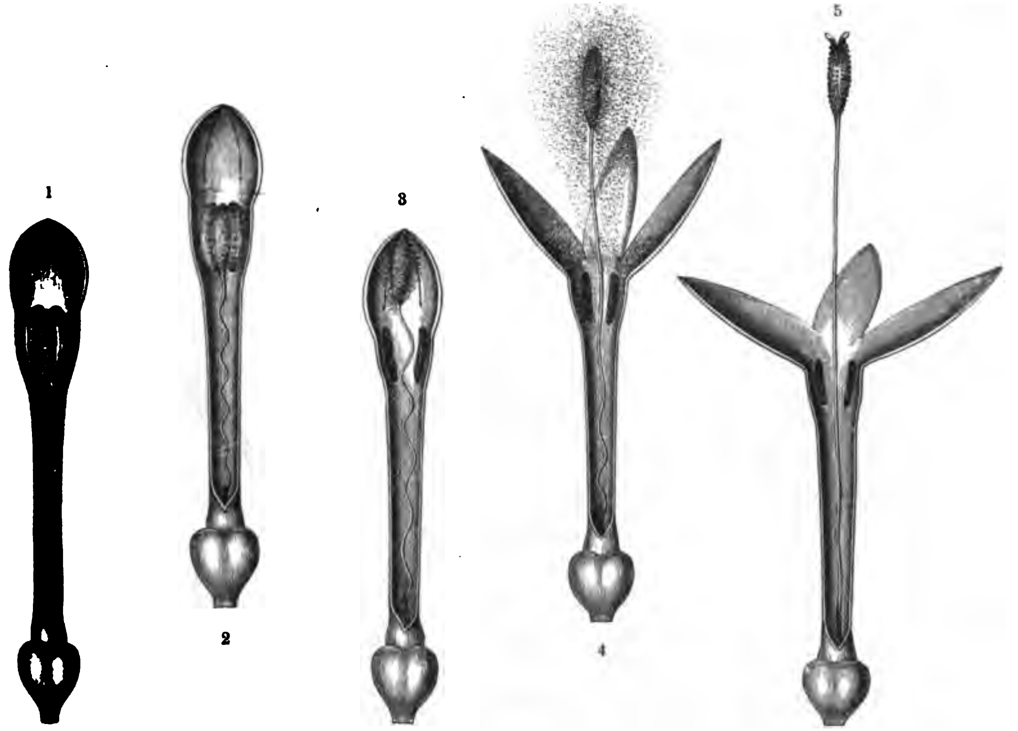
In den Blüten des Sauerdornes (Berberis) wird das Anschlagen durch die Reizbarkeit der Antherenträger veranlaßt. Jede dieser Blüten enthält, in zwei Wirtel geordnet, sechs Pollenblätter, welche, schräg nach außen gerichtet, in den dahinter stehenden schalenförmigen Kronenblättern versteckt sind. An der dem Fruchtknoten zugewendeten inneren Seite der Antherenträger oder Staubfäden findet sich im Blütengrunde reichlicher Honig, welcher von safranfarbigen Wülsten der Kronenblätter herstammt. Dieser Honig wird von Bienen und Hummeln aufgesucht, welche sich bei ihrem Anfluge an die nickenden Blütentrauben anhängen. Schon bei diesem Anhängen treten die Insekten häufig mit den Vorderbeinen in die Blüten und treffen dabei die Staubfäden; unvermeidlich werden aber die Staubfäden an ihrer Basis berührt, wenn die Insekten mit dem Rüssel in den Blütengrund einfahren, um dort den Honig zu saugen. Die leiseste Berührung, welche die Staubfäden in ihrem unteren Drittel erfahren, wirkt aber als Reiz, hat eine Veränderung in der Spannung der Gewebeschichten und eine plötzliche ruckweise Bewegung, beziehentlich ein Aufschnellen der betreffenden Pollenblätter zur Folge. Das Aufschnellen wird zugleich zu einem Aufschlagen

der Antheren auf das Insekt und zu einem Beladen des Insektes mit dem Pollen. Besonders wird durch den Schlag der Kopf des Insektes getroffen; aber auch der Rüssel, mit welchem die Insekten eingefahren sind, und die Vorderfüße, mit welchen sie den Innenraum der Blüte betreten hatten, werden mit Pollen behaftet.

In ähnlicher Weise wie bei dem Sauerdorne vollzieht sich das Beladen der Insekten mit Pollen in den Blüten der Opuntien (Opuntia). An der in Dalmatien und auf den heißen Porphyrfelsen bei Bozen vorkommenden Opuntia nana öffnen sich die verhältnismäßig großen Blüten bei hellem Himmel um 9 Uhr vormittags. Man sieht dann in der Blüte die fleischige vierlappige Narbe, welche den kegelförmigen dicken Griffel krönt und den bequemsten Landungsplatz für die anfliegenden Insekten bildet. Der Griffel erhebt sich aus einer Grube, welche reichlich mit süßem Honig erfüllt ist, und die Grube ist umstellt von sehr zahlreichen, ungleich langen, aufrechten Pollenblättern. Die geöffneten Antheren dieser Pollenblätter sind mit krümeligen Pollen beladen, ihre fadenförmigen Träger erscheinen im unteren Viertel blaßgelb, weiter aufwärts glänzend goldgelb gefärbt. Berührt man den glänzend goldgelben Teil eines Fadens, so krümmt sich derselbe sofort in einem halbkreisförmigen und zugleich etwas schraubig gedrehten Bogen nach einwärts gegen den Griffel hin und schlägt sich über die mit Honig gefüllte Grube, aus welcher der Griffel emporragt. Kommt nun eine Biene angeflogen, so setzt sie sich zuerst auf die über die Antheren hinausragende große Narbe und sucht von da zu der mit Honig gefüllten Grube hinabzuklettern. Dabei ist aber die Berührung des reizbaren Teiles der fadenförmigen Antherenträger unvermeidlich, und sobald diese erfolgt, krümmen sich auch die berührten Fäden über die Bienen und beladen sie mit den von den Antheren leicht ablösbaren Pollen. Es ist ergötzlich, diesem Schauspiele zuzusehen und zu beobachten, wie sich kurz nacheinander die zahlreichen Fäden gruppenweise über das in den Blütengrund hinabkletternde Insekt überbeugen und gegen dasselbe hinschlagen. Die honigsuchende Biene wird durch die Krümmung der Pollenblätter und die Schläge, denen sie ausgesetzt ist, nicht sehr erschreckt, sondern läßt sich den Pollen ohne weiteres aufladen. Sie kann denselben nachträglich abbürsten, in den Körbchen sammeln und in den Bau tragen. Da die Krümmung der Pollenblätter zum mindesten so lange anhält, bis das betreffende Insekt die Blüte verläßt, so ist es unvermeidlich, daß auch noch bei Gelegenheit des angetretenen Rückzuges der Pollen von zahlreichen Antheren abgestreift wird. Gewöhnlich sind die Bienen beim Verlassen der Opuntienblüten mit dem gelblichen Pollen ringsum bedeckt.

Der Pollen, welchen die Antheren der Schlagwerke enthalten, wird dem Leibe der Insekten zum Teile angedrückt und angepreßt, zum Teile bei den Bewegungen, welche mit dem Verlassen der Blüten verbunden sind, durch die Tiere abgestreift. Darin unterscheiden sich die Schlagwerke von jenen Vorrichtungen, welche den Zweck haben, die Insekten mit Pollen zu bestreuen und zu bewerfen, und welche unter dem Namen *Schleuderwerke* zusammengefaßt werden können. Das Ausschleudern wird durch plötzliches Aufschnellen bald des Griffels, bald der Staubfäden und bei einigen Orchideen auch der Antheren und des Rostellums veranlaßt. Da die Zahl der Schleuderwerke sehr groß ist, muß ich mich darauf beschränken, hier nur die auffallendsten Formen vorzuführen, und ich beginne zunächst mit der Schilderung der im nördlichen Persien einheimischen Crucianella stylosa, welche in den Abbildungen auf S. 265 und 267 dargestellt ist. Diese Pflanze gehört zu den Sternkräutern. Ihre rosenroten Blüten sind zu endständigen Büscheln vereinigt und entwickeln einen weithin wahrnehmbaren Honigduft. Wenn man von einer einzelnen Blüte die vordere Wand der Blumenkrone entfernt, um einen Einblick in das Innere zu gewinnen, so fällt zunächst auf, daß der dünne, lange Griffel schlangenförmig gewunden, und daß die ihm aufsitzende dicke Narbe zwischen die Antheren eingepfercht ist (s. Abbildung, S. 265, Fig. 1). Sobald sich die

Antheren geöffnet haben, quillt der Pollen aus den Fächern hervor und lagert sich auf die äußere warzige Seite der Narbe (s. untenstehende Abbildung, Fig. 2). Kurz darauf streckt sich der Griffel, seine Windungen werden steiler, und dadurch wird die mit Pollen bedeckte Narbe über die entleerten Antheren und bis unter die Kuppel der noch immer geschlossenen Blumenkrone emporgehoben. In diesem Stadium, welches durch die Figur 3 dargestellt ist, erscheint der Griffel an die Kuppel der Blumenkrone förmlich angestemmt und ist so stark gespannt, daß er bei dem Öffnen des Blütensaumes sofort hervorschnellt, wobei der auf der Narbe lastende Pollen als Staubwölkchen ausgeschleudert wird (Fig. 4). Wenn Insektenbesuch aus-



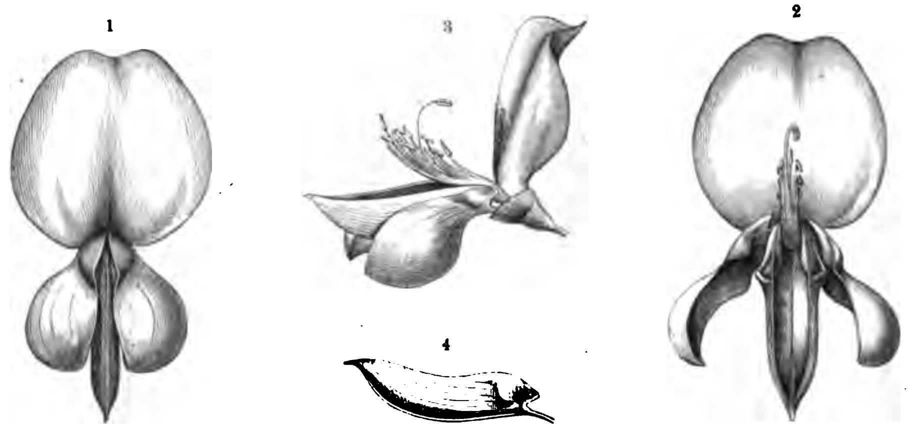
Schleuderwerk zum Aufladen des Pollens: 1. Längsschnitt durch die noch nicht geöffnete Blüte der Crucianella stylosa; die an der Außenseite mit Wärzchen besetzte Narbe steckt zwischen den geschlossenen Antheren. — 2. Derselbe Längsschnitt; die Antheren haben sich geöffnet und ihren Pollen auf die warzige Außenseite der Narbe abgelagert. — 3. Die an der Außenseite mit Pollen bedeckte Narbe ist infolge der Verlängerung des Griffels bis unter die Kuppel der geschlossenen Blüte vorgeschoben. — 4. Die Blumenkrone ist aufgesprungen, und der hervorschnellende Griffel schleudert den auf der Außenseite der Narbe abgelagerten Pollen aus. — 5. Der weit aus der Blüte hervorragende Griffel trägt die geöffnete zweilippige, jetzt erst belegungsfähig gewordene Narbe. — Sämtliche Figuren 4fach vergrößert. Vgl. Text, S. 264.

bleibt, so findet dieses Ausschleudern des Pollens von selbst statt; wenn aber kleine Hautflügler oder Fliegen anrücken, um sich auf den Blüten niederzulassen, und bei dieser Gelegenheit den Scheitel einer dem Öffnen nahen Blüte berühren, so wird dadurch augenblicklich das Aufklappen des Saumes veranlaßt, und das berührende Insekt wird von untenher mit Pollen bestreut, wie es die Figur 1 der Abbildung auf S. 267 zur Anschauung bringt. Es wird späterhin noch einmal zur Sprache kommen, was weiterhin in diesen Blüten geschieht, und dann wird auch die Figur 5 der obenstehenden Abbildung ihre Erläuterung finden.

Seit geraumer Zeit kennt man auch das Schleuderwerk in den Blüten der in Chili und Peru einheimischen Arten der Gattung Schizanthus, von welchen eine, nämlich Schizanthus pinnatus, als Zierpflanze in unsere Gärten Eingang gefunden hat. In jeder geöffneten Blüte fällt bei diesen Gewächsen zunächst ein unpaariger, aufwärts geschlagener gefleckter

Lappen in die Augen, welchem die Anlockung der Insekten zukommt. Unter ihm sieht man zwei kleinere, in mehrere Zipfel gespaltene Lappen, welche eine Art Schiffchen und einen bequemen Anflugsplatz für die honigsuchenden Insekten bilden. Festgehalten in der Rinne dieses Schiffchens, finden sich zwei Staubfäden, welche aus ihrer Haft gelöst werden, in die Höhe schnellen und Pollen aus den Antheren ausstreuen, sobald ein angeflogenes Insekt sich auf das Schiffchen niederläßt und den Rüssel unter dem erwähnten fahnenförmigen Blumenblatte einführt.

Daß auch in den Blüten des gelben und einiger anderen verwandten Lerchensporne (Corydalis lutea, ochroleuca, acaulis) ein solches Emporschleudern des Pollens vorkommt, wurde bereits bei der Besprechung der steigbügelförmigen Lappen an den Seiten dieser Blüten erwähnt (s. S. 225). Es ist der dort gegebenen Darstellung nur noch beizufügen, daß die gelenkartige Verbindung zwischen dem aufgestülpten oberen und den beiden zu-



Schleuderwerk eines Schmetterlingsblütlers: 1. Blüte von Spartium scoparium, von vorn gesehen; das Schiffchen geschlossen. — 2. Dieselbe Blüte; das Schiffchen geöffnet und die früher dort geborgenen Pollenblätter mitsamt dem Griffel aufgeschnellt. — 3. Dieselbe Blüte mit geöffnetem Schiffchen und aufgeschnellten Pollenblättern, in seitlicher Ansicht. — 4. Eins der beiden Blumenblätter, welche das Schiffchen zusammensetzen, von der inneren Seite gesehen. Vgl. Text, S. 267.

sammenschließenden, den Sattel bildenden seitlichen Blumenblättern sofort gelöst wird, wenn sich Insekten rittlings auf den Sattel niederlassen und ihren Rüssel unter der Fahne einführen. Diese Lösung hat zur unmittelbaren Folge, daß der Sattel hinabsinkt, und daß die bisher in der Höhlung desselben geborgenen Staubfäden emporschnellen. Da sich der mehlige Pollen dieser Lerchensporne schon frühzeitig entbindet und über den Antheren liegen bleibt, so wird derselbe durch die emporschnellenden Staubfäden an die untere Seite der auf den Blüten reitenden Insekten gestreut.

Sehr schön sieht man das Emporschleudern des Pollens auch an den Melastomaceen und an zahlreichen Schmetterlingsblütlern aus den Gattungen Astragalus, Indigofera, Medicago und Phaca, ebenso an Genista, Retama, Sarrothamnus, Spartium und Ulex. Als Vorbild für diese letzteren soll hier der im mittelländischen Florengebiete weitverbreitete Besenstrauch (Spartium scoparium) gewählt sein. Die obenstehende Abbildung zeigt in Fig. 1 und 2 die Vorderansicht einer Blüte dieser Pflanze, und man erkennt sofort die aufwärts geschlagene große Fahne, die zwei seitlichen Flügel und unter diesen das aus zwei zusammenschließenden Blumenblättern gebildete Schiffchen. Nahe der Basis bemerkt man an jedem Blatte des Schiffchens einen Wulst und ein Grübchen (s. obenstehende Abbildung, Fig. 4), welche mit entsprechend gebauten Teilen der beiden Flügel in Verbindung stehen, so daß beide Blumenblattpaare miteinander förmlich verquickt und ineinander gekeilt sind, und jeder Druck,

welcher von obenher auf die Flügel ausgeübt wird, mittelbar auch das Schiffchen trifft. An jedem der beiden Flügel bemerkt man überdies nahe der Basis einen stumpfen Zahn (s. S. 266, Fig. 3), der sich in der geschlossenen Blüte unter der Fahne verbirgt, und welcher, indem er sich an die Fahne anstemmt, die Flügel und mittelbar das Schiffchen in wagerechter Lage erhält. In dem Schiffchen liegen, wie Uhrfedern gespannt, ein Griffel und zehn Staubfäden sowie die von den letzteren getragenen Antheren, aus welchen schon sehr frühe der Pollen entbunden und im vorderen Teile des Schiffchens abgelagert worden ist. Drückt man nun von



Aufladen des Pollens mittels Schleuderwerkes: 1. Crucianella stylosa, aus deren Blüten der Pollen auf den Leib eines Hautflüglers geschleudert wird. — 2. Spartium scoparium; das Schiffchen der untersten Blüte noch geschlossen und wagerecht vorgestreckt, das Schiffchen der nächst oberen Blüte herabgedrückt und die Pollenblätter aufgeschnellt, die dritte Blüte von einem Hautflügler (Xylocarpa violacea) besucht, auf dessen Unterleib der Pollen geschleudert wird. Vgl. Text, S. 265.

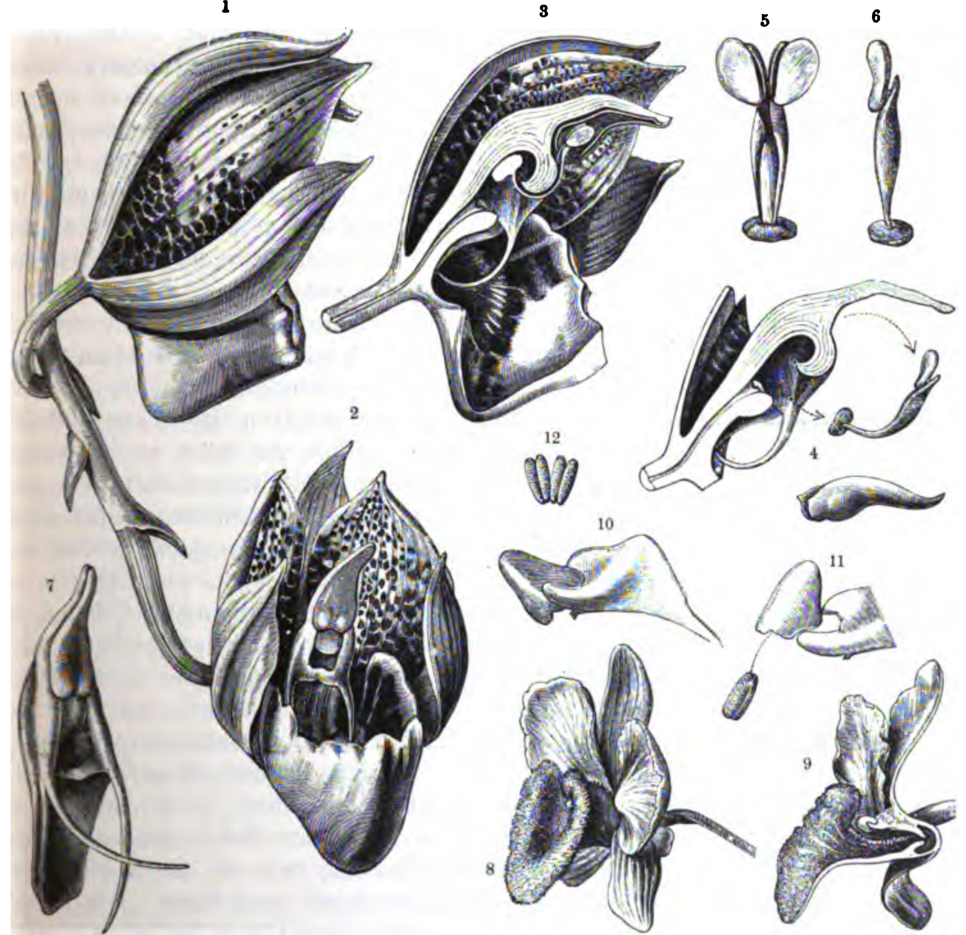
oben auf die kissenförmig gewölbten Flügel und mittelbar auf das Schiffchen, so gleiten die stumpfen Zähne, durch welche die Flügel an der Fahne festgehalten werden, ab, und es senken sich Flügel und Fahne mit einem plötzlichen Rucke nach abwärts; die in der Rinne des Schiffchens eingebetteten Staubfäden samt dem Griffel schnellen empor und schleudern den mehligen Pollen in die Höhe. Wenn der Druck auf die kissenförmig gewölbten Flügel und das mit ihnen verquickte Schiffchen von einem angeflogenen größeren Insekte ausgeht, so spielt sich natürlich der gleiche Vorgang ab, und es wird dabei der Hinterleib des besuchenden Insektes von untenher mit Pollen bestäubt (s. obenstehende Abbildung, Fig. 2).

Da der Pollen in den zuletzt besprochenen Blüten mehlig oder staubförmig ist, so wird jedesmal, wenn das Schleuderwerk derselben in Wirksamkeit tritt, in des Wortes vollster

Bedeutung Staub aufgewirbelt. Es macht den Eindruck, als ob solche Blüten explodieren würden, und die Gärtner nennen auch mehrere der eben besprochenen Gewächse, wie z. B. die Arten der Gattung Schizanthus, „Pflanzen mit explodierenden Blüten“. Bei weitem seltener sind Schleuderwerke, durch welche der gesamte Pollen einer Anthere als zusammenhängende Masse auf einmal ausgeworfen wird. In dieser Beziehung sind insbesondere die Blüten eines zu den Rubiaceen gehörigen brasilischen Strauches, Namens Posoqueria fragrans, und jene einiger tropischen Orchideen bemerkenswert. Die Blüten der Posoqueria erinnern in mehrfacher Beziehung an die Geißblattblüten; sie zeigen nämlich eine wagerecht vorgestreckte lange Röhre und fünf kurze Zipfel der Blumenkrone, welch letztere bei dem Aufblühen sich etwas zurückkrümmen. Das Öffnen der Blüten erfolgt am Abend, die Blumenkrone ist weiß, in der Tiefe mit Honig gefüllt und entwickelt in der Dämmerung und während der Nacht einen weithin wahrnehmbaren Duft, durchwegs Eigenschaften, welche darauf hinweisen, daß diese Blüten wie die des Geißblattes für den Besuch langrüsseliger Schwärmer und Nachtschmetterlinge angepaßt sind. Die fünf Pollenblätter sind dem Schlunde der Blüte eingefügt, die Antheren schließen fest zusammen und bilden einen eiförmigen hohlen Knopf, der dicht unterhalb der Mündung der Blumenröhre zu stehen kommt. Die Antheren öffnen sich einen Tag früher als die Blumenblätter, und ihr gelblicher Pollen wird in die Höhlung des eben erwähnten Knopfes entleert. Er ballt sich dort zu einen kugeligen Klumpen, der ziemlich klebrig ist. Der hohle Antherenknopf wird von ungleich langen spangenförmigen Fäden getragen, von welchen insbesondere die beiden oberen dadurch auffallen, daß sie halbbogenförmig gekrümmt sind. Sie sind überdies durch große Reizbarkeit ausgezeichnet. Sobald das Mittelstück derselben berührt wird, schnellen die fünf Pollenblätter mit Blitzesschnelle auseinander, das eine Paar derselben schlägt sich nach rechts, das andere Paar nach links zurück, und das fünfte unpaare untere Pollenblatt schleudert den Pollenballen in weitem Bogen von der Blüte weg. Wenn die Berührung der reizbaren Stelle durch einen Nachtschmetterling erfolgte, welcher seinen Rüssel in die lange Blumenröhre einführen wollte, so wird ihm der klebrige Pollenballen an den Rüssel geworfen, wo er auch hängen bleibt. Das merkwürdigste an der Sache aber ist, daß das unpaare Pollenblatt, welches wie eine Uhrfeder nach aufwärts schnellt, auch den Eingang in die Blumenröhre versperrt und es dem betreffenden Tiere unmöglich macht, dort den Rüssel einzuführen. Erst 8 bis 12 Stunden später beginnt das wie ein Riegel vor die Mündung der Blumenröhre gestellte Pollenblatt sich zu erheben und nimmt bis zum nächsten Abend die vor dem Aufschnellen innegehabte Lage wieder an. Der Zugang zum Blütengrunde ist dadurch frei geworden, und die Schmetterlinge können jetzt zu dem in der Tiefe geborgenen Honig ihren Rüssel einführen, ohne neuerdings durch das aufschnellende Pollenblatt belästigt zu werden. Wenn nun ein Schmetterling angeflogen kommt, welcher kurz vorher bei dem Besuche einer jungen Blüte mit Pollen beladen wurde, und wenn dieser Schmetterling seinen Rüssel in die offene Röhre einer anderen älteren Blüte einführt, so wird er in der Mitte derselben die Narbe streifen und auf diese den am Rüssel klebenden Pollen übertragen.

Aus der Reihe der mit einem Schleuderwerke versehenen Orchideen sind besonders die Gattungen Catasetum und Dendrobium bemerkenswert. Catasetum ist schon darum etwas eingehender zu besprechen, weil bei demselben das Ausschleudern infolge eines äußeren Reizes erfolgt, welcher nicht einmal direkt auf das Schleuderwerk wirkt, sondern durch ein besonderes Organ übertragen werden muß. Ähnlich wie bei vielen anderen Orchideen erhebt sich in den Blüten von Catasetum (s. Abbildung, S. 269, Fig. 1 und 2) über der ausgehöhlten Lippe die Befruchtungssäule. Dieselbe trägt an der Spitze die Anthere, darunter das Rostellum und ist unter dem Rostellum grubig vertieft. Die Ränder der Grube sind fleischig, und es entwickeln sich aus ihnen zwei absonderlich geformte Fortsätze, welche man am besten

mit zwei Hörnern vergleicht. Dieselben sind geschweift und schief nach vorn und abwärts gerichtet. Das eine ist bei den meisten Arten, unter anderen auch bei dem abgebildeten Catasetum tridentatum, etwas schräg über das andere geschlagen (s. untenstehende Abbildung, Fig. 7). In der Anlage ist jedes Horn eigentlich ein bandförmiger Lappen; da sich dieser aber der Länge nach zusammenrollt, so entsteht eine spitz auslaufende Röhre, welche



Schleuderwerke in den Orchideenblüten: Blüte von Catasetum tridentatum, 1. von der Seite, 2. von vorn gesehen. — 3. Längsschnitt durch diese Blüte; das Band, welches die Pollenkölbchen mit dem Klebekörper verbindet, ist über einen Wulst der Befruchtungssäule im Halbbogen gespannt. — 4. Die Pollenkölbchen und der Klebekörper haben sich gelöst und werden durch das sich gerade streckende Verbindungsband fortgeschleudert; auch die vordere Antherenwand, welche die Pollenkölbchen bisher verhüllte, wird fortgeschleudert. — 5. Pollenkölbchen, Klebekörper und das sie verbindende Band, dessen beide Ränder sich etwas eingerollt haben, von vorn gesehen. — 6. Dieselben in seitlicher Ansicht. — 7. Befruchtungssäule aus der Blüte genommen; obenauf die Anthere, etwas tiefer das elastische, im Halbbogen gespannte Band, noch tiefer die Narbenhöhle, von deren fleischigen Rändern die zwei hornförmigen, reizbaren Fortsätze ausgehen. — 8. Blüte des Dendrobium fimbriatum. — 9. Dieselbe Blüte im Längsschnitte. — 10. Die kapuzenförmige Anthere am Ende der Befruchtungssäule, in seitlicher Ansicht. — 11. Die kapuzenförmige Anthere klappt zurück, und die Pollenkölbchen werden ausgeworfen. — 12. Pollenkölbchen des Dendrobium fimbriatum. — Fig. 10, 11, 12: 5fach vergrößert; die anderen in natürlicher Größe. Vgl. Text, S. 268—270.

eben die Gestalt eines Hornes besitzt. Das Gewebe beider Hörner geht ohne scharfe Grenze in das Gewebe des darüberstehenden Rostellums über. Obschon man dieses Gewebe auf das sorgfältigste untersuchte, hat man nichts Besonderes an demselben finden können, und dennoch zeigt dasselbe eine ganz außerordentliche Reizbarkeit. Durch die Erfahrung und durch die Versuche ist es nämlich erwiesen, daß der am unteren Ende des Hornes ausgeübte Druck

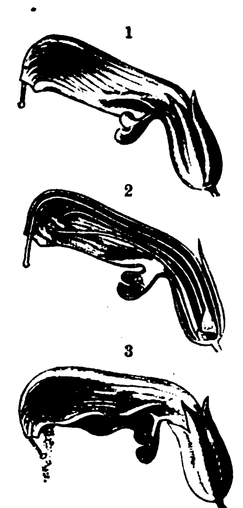
als Reiz wirkt, und daß dieser Reiz sofort durch die Zellenzüge des Gewebes aufwärts auf jenen Teil des Rostellums übertragen wird, welcher sich als Klebekörper ausgebildet hat. Man braucht nur eins der Hörner an seinem unteren Ende zu berühren, und sofort reißt oben das Zellgewebe, durch welches der Klebekörper des Rostellums bisher festgehalten wurde, auseinander, und der scheibenförmige Klebekörper wird dadurch frei. Da aber von dem Klebekörper auch ein elastisches, gekrümmtes, die Verbindung mit den Pollenkölbchen herstellendes Band in seiner Lage und Spannung erhalten wird (s. Abbildung, S. 269, Fig. 3), so hat das Freiwerden des Klebekörpers zugleich ein Aufschnellen des gekrümmten Bandes zur Folge. Dasselbe streckt sich gerade, reißt dadurch sowohl den Klebekörper als auch die Pollenkölbchen aus ihrem bisherigen Verstecke und schnellt in weitem Bogen von dem Säulenstücke, welches bisher zur festen Unterlage diente, weg (s. Abbildung, S. 269, Fig. 4). Der Klebekörper wendet sich während des Fluges nach vorn, und er ist es auch, der zuerst mit dem zum Ziele dienenden Gegenstande in Berührung kommt und an denselben anklebt. Nach dem Abschleudern erscheint auch das Band, welches die Pollenkölbchen mit dem Klebekörper verbindet, gerade gestreckt (s. Abbildung, S. 269, Fig. 5 und 6).

Ganz anders ist das Schleuderwerk eingerichtet, welches die meisten Arten von Dendrobium zeigen. An dem hier als Vorbild gewählten Dendrobium fimbriatum (s. Abbildung, S. 269, Fig. 8 und 9) wird die Säule durch eine Anthere abgeschlossen, welche die Gestalt einer Sturzglocke hat. Dieselbe ist gefächert und enthält in ihren Fächern Pollenkölbchen, welche mit keinem Klebekörper in Verbindung stehen und daher aus der Anthere leicht herausfallen, wenn es die Lage derselben gestattet. Die Anthere wird von einem dünnen, pfriemenförmigen Faden getragen und ist mit dem Ende desselben in einer gelenkartigen Verbindung. Bei geringem Anstoße kann sie in schaukelnde Bewegung gebracht werden. In der eben geöffneten Blüte, in welcher die Befruchtungssäule einem Anstoße noch nicht ausgesetzt war, ruht die sturzglockenähnliche Anthere mit ihrer weiten Öffnung auf einem stufenförmigen Ausschnitte der Säule und ist durch zwei zahnartige Fortsätze, welche rechts und links von dem stufenförmigen Ausschnitte stehen, festgehalten (s. Abbildung, S. 269, Fig. 10). Wenn aber ein Anstoß von vornher erfolgt, so wird sie aus dieser Lage gebracht, sie klappt rasch zurück, und gleichzeitig werden die in ihr enthaltenen Pollenkölbchen ausgeschleudert (s. Abbildung, S. 269, Fig. 11). Da die ausgeschleuderten Pollenkölbchen (s. Abbildung, S. 269, Fig. 12) der Klebekörper entbehren, so ist nicht recht abzusehen, wie sie jenen blütenbesuchenden Tieren, von welchen der Anstoß ausgeht, aufgeladen werden. Dennoch ist es in hohem Grade wahrscheinlich, daß mit dem Ausschleudern auch ein Aufladen Hand in Hand geht. Beobachtungen in der freien Natur an wild wachsenden, von Insekten besuchten Pflanzen, welche hierüber einen sichern Aufschluß zu geben im stande wären, liegen leider nicht vor, und die bisherigen Untersuchungen beziehen sich nur auf die Blüten der Dendrobien, welche in Gewächshäusern herangezogen wurden.

An die Schleuderwerke schließen sich die Streuwerke an. Der in denselben zur Verwendung kommende Pollen ist immer mehlig oder staubförmig und wird durch Erschütterung aus seinen Behältern gestreut. Es lassen sich drei Formen dieser Streuwerke unterscheiden: Streuzangen, Streubüchsen und Streukegel. An den Streuzangen sind die Antherenträger den Branken einer Zange vergleichbar, und die von ihnen getragenen Pollenbehälter haben im geöffneten Zustande die Gestalt von Schalen oder Nischen, deren ausgehöhlte Seite seitlich gestellt ist. In solchen Schalen würde sich mehliger Pollen nicht erhalten können, wenn nicht eine besondere Einrichtung getroffen wäre. Um sich diese vorzustellen, denke man sich eine Zuckerzange, welche am Ende eines jeden Armes eine schalenförmige Aushöhlung zeigt. Wenn man die beiden Arme der Zange schließt, so legen sich die Schalen mit ihrer ausgehöhlten Seite aneinander; in dem von ihnen umschlossenen Hohlraume kann Zucker in

Form fester kleiner Stücke und, wenn sie gut aufeinander passen, auch in Form eines feinen Pulvers zurückgehalten werden. Sobald die beiden Arme der Zange und der beiden Schalen auseinanderweichen, fällt natürlich ihr Inhalt sofort in die Tiefe, und wenn dieser Inhalt ein feines Pulver war, so ist es unvermeidlich, daß die darunter befindlichen Gegenstände mit diesem Pulver bestreut und bestäubt werden. Ganz so verhält es sich nun mit dem Streuwerke in den Blüten zahlreicher Akanthaceen, Rhinanthaceen und Orobancheen. Unter dem schützenden Dache von Hochblättern, am häufigsten unter der Oberlippe einer seitlich eingestellten rachenförmigen Blumenkrone, sieht man die Antheren der paarweise gegenüberstehenden Pollenblätter als zwei Schalen oder Nischen fest zusammenschließen. Sie werden von den steifen, aber doch biegsamen spangenförmigen Trägern in dieser Lage erhalten, und die Ränder der mit mehligem Pollen gefüllten Schalen passen so genau aufeinander, daß ohne besonderen Anstoß nicht eine einzige Pollenzelle herausfallen kann. Mitunter sind je zwei gegenüberstehende und zusammenschließende Schalen am oberen Rande durch verfilzte Haare verbunden. Solche Schalenpaare erinnern dann lebhaft an Muschelgehäuse und sind, so wie diese, nur an ihrem freien Rande aufschließbar. Sobald nun die beiden Schalen, mögen sie in der eben erwähnten Weise an einer Stelle verbunden sein oder nicht, um ein kleines auseinander weichen, so sickert der mehlige Pollen sofort durch die gebildete Kluft und fällt nach dem Gesetze der Schwere abwärts. Bei diesem Herabfallen wird er häufig durch zarte, vom Rande der Anthere ausgehende Wimperhaare in einer bestimmten Bahn erhalten, und es ist dadurch Vorsorge getroffen, daß der Pollen nicht verzettelt wird. Das Auseinander weichen der Schalen wird durch Insekten und im tropischen Gebiete wahrscheinlich auch durch Kolibris veranlaßt, welche, wenn sie den Honig im Hintergrunde der Blüten gewinnen wollen, in den Rachen und in die Röhre der Blüte einzufahren haben. Bei diesem Einfahren drängen sie den Rüssel entweder unmittelbar zwischen die Pollenschalen, oder sie stoßen an eigentümliche Fortsätze der Schalen an, oder sie zwängen die straffen Träger der Pollenschalen auseinander. Das erste kommt vor bei der Bartsie (Bartsia alpina). Die Eingangspforte ist in den Blüten dieser Pflanze durch den aufgebogenen Saum der Unterlippe sehr verengert, und dicht hinter die enge Pforte sind die verhältnismäßig großen, am oberen Rande verfilzten Pollenschalen gestellt. Will ein Insekt zum Honig des Blütengrundes kommen, so muß es diese beiden Pollenschalen am unteren Rande auseinander drängen und sich dabei mit dem Pollen bestreuen lassen. In den Blüten des Klappertopfes und der Schuppenwurz (Rhinanthus, Lathraea) ist die Einfahrt noch genauer vorgezeichnet und darf um keines Millimeters Breite verfehlt werden, wenn die Insekten nicht Schaden leiden wollen. Die Träger der Pollenschalen, welche hier in der Mitte der Blütenpforte stehen, sind nämlich mit starren, spitzen Dörnchen besetzt, deren Berührung von den für ihren Rüssel sehr besorgten Insekten sorgfältig gemieden wird, und es führt der einzige ungefährliche Weg zum Blütengrunde zwischen den mit weichen Haaren eingesäumten, schon bei mäßigem Drucke leicht auseinander weichenden Pollenschalen hindurch (s. Abbildung, S. 273, Fig. 4, 5 und 6). In den Blüten von Clandestina, Trixago und noch mehrerer anderer Rhinanthaceen fehlt der Besatz aus kleinen Dörnchen an den Antherenträgern, da ist aber jede Pollenschale unterwärts in einen pfriemenförmigen Fortsatz verlängert, welchen die in den Blütenrachen einfahrenden Insekten unvermeidlich berühren und auf die Seite drängen. Dadurch werden die betreffenden Pollenschalen auseinander gerückt, und im Augenblicke des Einfahrens rieselt der mehlige Pollen auf den Kopf und Rücken des anstoßenden Insektes herab. In den Blüten der Läusekräuter Pedicularis asplenifolia, rostrata und zahlreicher anderer verwandter Arten sind die Antheren unter der Wölbung der Oberlippe so versteckt, daß ein unmittelbares Anstoßen an dieselben von seiten der besuchenden Insekten unmöglich ist. Hier fahren die Insekten etwas tiefer zwischen den spangenförmigen Antherenträgern

ein, drängen dieselben auseinander und veranlassen dadurch eine solche Veränderung in der Stellung aller Blütenteile, daß auch die Pollenschalen auseinander weichen und den eingekapselten mehligen Pollen fallen lassen. Bemerkenswert ist, daß bei den genannten Arten der Gattung Pedicularis eine eigne Spalte an der im übrigen zu einer Röhre geschlossenen Oberlippe angebracht ist, durch welche der Pollen aus den auseinander weichenden Schalen auf den Rücken des einfahrenden Insektes herabfallen kann, und ebenso ist erwähnenswert, daß bei dieser Form des Streuwerkes sowohl die Fortsätze an der untern Seite der Antheren als auch die Dörnchen an den Antherenträgern fehlen. Wieder etwas anders ist das Streuwerk bei jener Gruppe von Pedicularis eingerichtet, für welche die in den Alpen häufige Pedicularis recutita als Vorbild angesehen werden kann. In den Blüten dieser Pflanze (s. untenstehende Abbildung) sind die von elastischen Fäden getragenen Pollenschalen zwischen den Seitenwänden der helmförmigen Oberlippe förmlich eingeklemmt. Ein Auseinanderweichen der Pollenschalen ist nur möglich, wenn der sie umschließende Helm erweitert und seitlich ausgebaucht wird. Das geschieht aber auf sehr eigentümliche Weise. Wenn die Hummeln anfliegen, fassen sie mit den Vorderbeinen die weit vorgestreckte helmförmige Oberlippe und biegen sie um einen Winkel von 30 Grad herab, was um so leichter erfolgt, als an der Basis des Helmes rechts und links vom Schlunde der Blüte kräftige Rippen angebracht sind, welche wie ein Hebelwerk wirken und ihre Bewegung auf die ganze Oberlippe übertragen. Das Herabbiegen der Oberlippe hat aber zur Folge, daß erstens die Seitenwände des Helmes, welche bisher straff gespannt waren, seitlich ausgebaucht werden, zweitens, daß die spangenförmigen Träger der Pollenschalen gebogen werden, und drittens, daß die Pollenschalen auseinander weichen und der stäubende Pollen auf den Rücken des angeflogenen Insektes herabgestreut wird. Damit dieses ganze verwickelte Hebelwerk von Erfolg begleitet sei, muß das angeflogene Insekt allerdings an einer genau bestimmten Stelle der Blüte, nämlich durch eine kleine Rinne an der Unterlippe, mit dem Rüssel einfahren, und darum finden sich die anderen Stellen der Blütenpforte, wo ein Einfahren auch noch versucht werden könnte, verschanzt und verrammelt. Namentlich ist der Rand der Oberlippe ganz dicht mit spitzen kurzen Dörnchen zur Abwehr besetzt, deren Berührung von den Insekten sorgfältig vermieden wird.

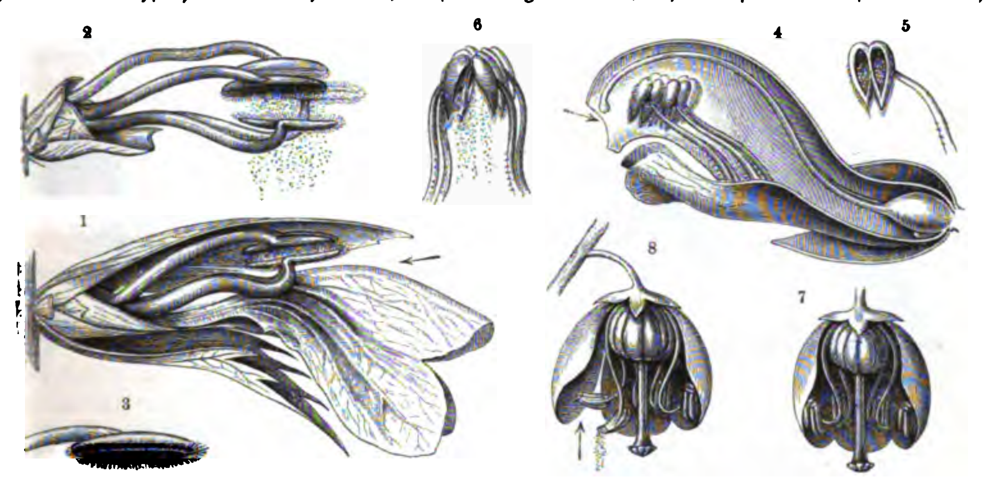


Pedicularis recutita: 1. Ganze Blüte. — 2. Längsschnitt durch dieselbe. — 3. Der Helm der Blumenkrone herabgebogen, infolgedessen Pollen ausfällt. 3fach vergrößert.

Das Streuwerk in den Akanthusblüten (Acanthus longifolius, mollis, spinosus; s. Abbildung, S. 273, Fig. 1, 2 und 3) weicht von den bisher besprochenen insbesondere dadurch ab, daß die Antheren nicht zweifächerig, sondern einfächerig sind, und daß das Fach nicht so sehr einer Schale als einer schmalen, langen Nische gleicht. Der Rand jeder Nische ist mit kurzem Flaume dicht besetzt, was zum besseren Verschlusse der aneinander gelegten Pollenbehälter wesentlich beiträgt. Die Träger der Antheren erscheinen wie aus Elfenbein gedrechselt, sind ungemein kräftig und nicht so leicht auseinander zu drängen. Nur große, kräftige Hummeln vermögen diese Antherenträger aus ihrer Lage zu bringen, veranlassen dadurch ein Auseinanderweichen der nischenförmigen Pollenschalen und werden dabei an der oberen Seite ihres Körpers mit mehligem Pollen bestreut.

Wesentlich verschieden von den Streuwerken, welche sich als Zangen mit schalenförmigen Pollenbehältern am Ende der Branken darstellen, sind diejenigen, welche die Gestalt von Streubüchsen haben. Sie finden sich vorwaltend in glockenförmigen, hängenden und nickenden Blüten. Die am freien Ende oder doch in der Nähe desselben mit zwei kleinen

Löchern versehenen Antheren sind innerhalb der Glocken so gestellt, daß in dem Augenblicke, in welchem der Pollen ausgestreut werden soll, die Löcher nach abwärts sehen. Der mehlige Pollen ist in den Streubüchsen fest zusammengepreßt, lockert sich aber partienweise und wird auch partienweise in Form kleiner Prisen entlassen, etwa so, wie wenn fein gepulverter Zucker aus den Löchern einer Streubüchse stoßweise herausgeschüttelt wird. Zum Teile sind die Streubüchsen im Inneren der glockenförmigen Blüten so aufgehängt, daß schon im Anbeginne des Blühens ihre Löcher abwärts gerichtet sind, wie z. B. in den Blüten der Knotenblume (Leucojum vernum) und denen der Preißelbeere (Vaccinium Vitis Idaea); zum Teile aber sind sie an schlingenförmig umgebogenen, elastischen Fäden aufgehängt, und ihre Streulöcher sehen anfänglich dem Grunde der hängenden Blüte zu. Damit aus solchen Streubüchsen, deren Löcher nach aufwärts gewendet sind, der Pollen ausfallen kann,

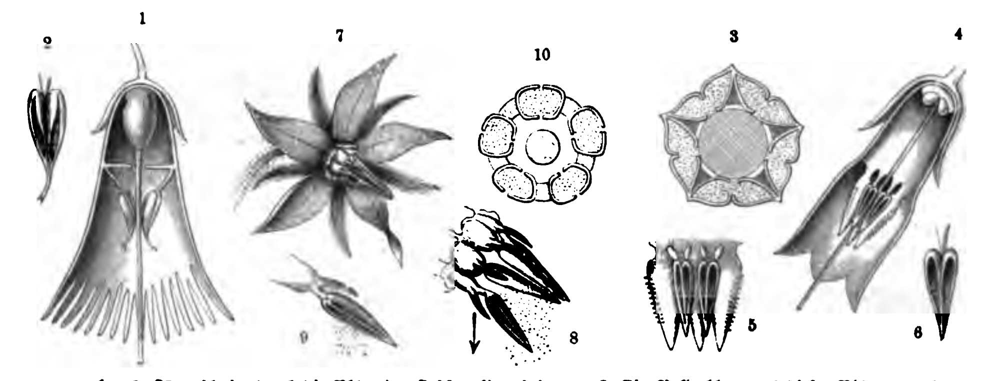


Streuwerke: 1. Blüte des Acanthus longifolius; ein Teil der Blumenblätter weggeschnitten. — 2. Die als Streuzangen ausgebildeten Pollenblätter des Acanthus auseinander gerückt, so daß Pollen ausfällt. — 3. Eine Anthere des Acanthus. — 4. Längsschnitt durch die Blüte von Rhinanthus angustifolius. — 5. Ein Pollenblatt aus dieser Blüte. — 6. Die vier Pollenblätter des Rhinanthus von vorn gesehen; die Antheren am Scheitel verbunden, unten auseinander gerückt; Pollen ausfallend. — 7. Blüte der Pirola secunda; ein Teil der Blumen- und Pollenblätter weggeschnitten. — 8. Dieselbe Blüte; infolge des Abhebens eines Blumenblattes ist die bisher von diesem festgehaltene streubüchsenförmige Anthere umgekippt und streut Pollen aus. — Der Pfeil deutet in Fig. 1, 4 und 8 die Richtung an, welche von den zum Blütengrunde einfahrenden Insekten eingehalten wird. — Fig. 1 und 2 in natürlicher Größe; die anderen Figuren 2—5fach vergrößert. Vgl. Text, S. 271 und 272.

müssen sie zuerst umgestürzt werden, was durch Vermittelung jener Insekten erfolgt, welche mit Pollen bestreut werden sollen. So verhält es sich z. B. bei dem in unseren Wäldern häufigen einseitswendigen Wintergrün (Pirola secunda). Die Streubüchsen werden in dessen Blüten von S-förmig gekrümmten und wie eine Feder gespannten Fäden getragen und sind in der früher erwähnten Lage durch die angedrückten Blumenblätter festgehalten (s. obenstehende Abbildung, Fig. 7). Sobald nun Insekten in die Glocke eindringen und dabei die Blumenblätter verschieben, strecken sich die bisher gespannt erhaltenen S-förmigen Träger der Antheren gerade, die Streubüchsen werden dadurch umgestürzt und ihre Löcher abwärts gerichtet (s. obenstehende Abbildung, Fig. 8). In sehr vielen Fällen sind die Antheren mit besonderen Fortsätzen versehen, an welche die zum Blütengrunde einfahrenden Insekten unvermeidlich anstoßen, was jedesmal das Ausstreuen einer Prise des Pollens zur Folge hat. Bei dem Schneeglöckchen (Galanthus), der Erdscheibe (Cyclamen), der Ramondie (Ramondia) und noch vielen anderen, den verschiedensten Familien angehörenden Pflanzen sind es einfache starre Spitzen, welche von dem freien Ende der Antheren abbiegen und sich den Insekten in den Weg stellen, und bei dem Erdbeerbaume (Arbutus) sowie bei der Bären-

traube (Arctostaphylos; s. Abbildung, S. 240, Fig. 1) gehen vom Rücken einer jeden Anthere zwei Hörnchen aus, an welche die honigsaugenden Insekten bei dem Einfahren in den Blütengrund anstoßen, wodurch die ganze Streubüchse erschüttert und Pollen aus ihren Löchern ausgestreut wird.

Mit der Entwickelung streubüchsenförmiger Antheren geht meistens die Ausbildung aktinomorpher, hängender oder nickender Blüten Hand in Hand, und alle bisher besprochenen, mit Streubüchsen ausgestatteten Pflanzen weisen in der That hängende oder nickende, nach allen Seiten gleichgestaltete Glocken auf. Von den wenigen zygomorphen Blüten mit Streubüchsen möchte ich in Kürze nur der Kalceolarien und Melastomaceen gedenken. Die Antheren werden in den Blüten der genannten Pflanzen von kurzen Trägern gestützt und können ähnlich wie jene des Salbeis in schaukelnde Bewegung versetzt werden. Während aber die Antheren in den Salbeiblüten mit einer Längsspalte aufspringen und klebrigen



Streuwerke: 1. Längsschnitt durch die Blüte der Soldanella alpina. — 2. Ein Pollenblatt aus dieser Blüte, von der dem Griffel anliegenden Seite gesehen. — 3. Schematischer Querschnitt durch den Griffel und die demselben anliegenden fünf Antheren; der Griffel durch hellere, die Konnektive durch dunklere Schraffierung und der Pollen durch Punktierung bezeichnet. — 4. Längsschnitt durch die Blüte von Symphytum officinale. — 5. Zwei Pollenblätter und drei mit ihnen abwechselnde, mit Dörnchen besetzte Schuppen. — 6. Ein einzelnes Pollenblatt von Symphytum — 7. Blüte von Borago officinalis. — 8. Streukegel aus dieser Blüte; eines der Pollenblätter in der Richtung des Pfeiles herabgerückt; demzufolge eine Prise Pollen ausfallend. — 9. Ein Pollenblatt mit der zahnförmigen Handhabe an dem Antherenträger. — 10. Schematischer Querschnitt durch den Griffel und Streukegel von Borago; der Griffel und die Konnektive der fünf Antheren durch Schraffierung, der Pollen durch Punktierung bezeichnet. — Fig. 7 in natürlicher Größe; die anderen Figuren 2—5fach vergrößert. Vgl. Text, S. 275.

Pollen enthalten, öffnen sich jene der Kalceolarien und Melastomaceen mit Löchern am Scheitel der Pollenbehälter und umschließen mehligen oder stäubenden Pollen. Wenn solche Antheren durch anstoßende Insekten geschaukelt werden und umkippen, so fällt auch sofort mehliger Pollen aus ihren Löchern auf die betreffenden Insekten herab.

Die dritte, unter dem Namen Streukegel erwähnte Form des Streuwerkes besteht aus einem Wirtel starrer Pollenblätter, welche zusammen einen Hohlkegel bilden. Die Anthere eines jeden Pollenblattes enthält zwei Pollenbehälter, welche mit einer Längsspalte aufspringen und die Gestalt offener Nischen annehmen. Damit der mehlige oder staubförmige Pollen aus den offenen Nischen nicht vorzeitig herausfallen kann und so lange zurückbleibt, bis die angelockten Insekten kommen und das Ausstreuen veranlassen, ist ein besonderer Verschluß notwendig. Dieser wird auf zweifache Art erreicht. Entweder sind die mit mehligen Pollen gefüllten Nischen der Antheren an den Griffel, um welchen sie in engem Kreise herumstehen, fest angedrückt, oder es schließen die einander zusehenden Nischen der benachbarten Antheren so genau und so fest wie die Pollenschalen der Streuzangen zusammen. Das erstere findet sich bei den Soldanellen (Soldanella; s. obenstehende Abbildung, Fig. 1, 2 und 3), das letztere bei zahlreichen Eriken und Asperifolieen (s. obenstehende Abbildung, Fig. 4—10). In beiden Fällen birgt der aus vier oder fünf lanzettlichen Antheren gebildete

Kegel den mehligen Pollen in acht oder zehn langen, schmalen Fächern, die bei der geringsten Verschiebung des Kegels auseinander gehen und ihren Inhalt ausfallen lassen. Wenn das Öffnen der Fächer durch Insekten veranlaßt wird, die, irgendwo am Antherenkegel ihren Rüssel eindrängend, eine Verschiebung der stramm zusammenschließenden Teile bewirken, so fällt der Pollen unvermeidlich auf diese Tiere. Gewöhnlich wird derselbe nur prisenweise ausgestreut. Sobald die Insekten ihren Rüssel zurückziehen, nehmen die auf elastisch biegsamen Trägern sitzenden Antheren ihre frühere Lage wieder an, das Spiel kann von neuem angehen und das Ausstreuen des Pollens aus einem und demselben Kegel sich mehrmals wiederholen. Die Insekten fahren an sehr verschiedenen Stellen in die Blüten ein. Bei den Eriken ist es meistens die Spitze, bei dem Boretsch (Borago officinalis; s. Abbildung, S. 274, Fig. 7) die Basis des Antherenkegels, wo der Rüssel eingeführt wird. Bienen und Hummeln fliegen von untenher zu den nickenden Blüten der zuletzt genannten Pflanze, klammern sich mit den Vorderfüßen so an, daß ihr Kopf und Rüssel in die Nähe der Basis, ihr halbbogig gekrümmter Hinterleib aber unter die Spitze des Kegels zu stehen kommt. Sie erfassen dabei einen eigentümlichen zahnartigen Fortsatz des Antherenträgers (s. Abbildung, S. 274, Fig. 9) wie eine Handhabe mit den Krallen, zerren die erfaßte Anthere von ihren Nachbarn weg, und im selben Augenblicke fällt der mehlige Pollen aus dem Antherenkegel heraus (s. Abbildung, S. 274, Fig. 8) und bestäubt den Hinterleib des saugenden Insektes. In den Blüten mehrerer Asperifolieen, z. B. jenen des Beinwelles (Symphytum) und der Wachsblume (Cerinthe), sind eigentümliche, mit spitzen Dörnchen bewaffnete Schuppen ausgebildet, welche mit den Antheren abwechseln (s. Abbildung, S. 274, Fig. 4, 5 und 6) und so gestellt sind, daß die Insekten, welche sich vor Verletzungen ihres Rüssels sehr in acht nehmen, nur an der Spitze des Streukegels einfahren, was wieder zur Folge hat, daß nur der Kopf dieser Insekten und nicht auch der Hinterleib mit Pollen bestreut wird. Bei Soldanella (s. Abbildung, S. 274, Fig. 1 und 2) gehen von der Spitze jeder Anthere zwei Fortsätze aus, an welche die zum Blütengrunde vordringenden Insekten anstoßen, wodurch ein Ausstreuen des Pollens veranlaßt wird. Es wiederholen sich demnach hier wieder mehrere jener merkwürdigen Einrichtungen, welche auch bei den Streuzangen vorkommen und auf S. 273 geschildert wurden, und es kann darauf verzichtet werden, dieselben ausführlicher zu besprechen. Eine besondere Erwähnung verdient nur noch der Streukegel in den Blüten der Veilchen (Viola; s. Abbildung, S. 279, Fig. 1) und zwar darum, weil er abweichend von den anderen Fällen in einer mit der Eingangspforte seitlich gerichteten zygomorphen Blume zur Ausbildung gekommen ist, und auch noch mit Rücksicht auf die eigentümliche Weise, wie in demselben die mit mehligem Pollen erfüllten Antherenfächer durch die Insekten verschoben werden. Der Streukegel steht nämlich in den Veilchenblüten über dem unteren Blumenblatte, welches nach rückwärts mit einer honigführenden Aussackung, dem sogenannten Sporne, versehen ist. Wenn Insekten den Honig aus diesem Sporne saugen wollen, müssen sie unter dem Streukegel einfahren und ihren Rüssel in die Rinne des gespornten Blumenblattes schieben. Nun stellt sich ihnen aber an dieser Stelle das hakenförmig nach abwärts gebogene verdickte Ende des Griffels entgegen, und es ist unvermeidlich, daß sie dieses berühren und etwas verschieben. Da aber die fünf Pollenblätter, welche den Streukegel bilden, dem Griffel anliegen, so werden infolge der Lageänderung des Griffels auch die Antheren verschoben, und in dem Augenblicke, wo das geschieht, wird der Rüssel des einfahrenden Insektes mit Pollen aus dem gelockerten Antherenkegel bestreut.

Abladen des Pollens.

Die Insekten und die honigsaugenden Vögel sollen den Pollen, welcher ihnen in einer Blüte aufgeladen wurde, in einer anderen Blüte wieder abladen. Da diese Übertragung gleichbedeutend ist mit der Einleitung einer Befruchtung, so kann es nichts weniger als gleichgültig sein, wo, wann und wie das Abladen stattfindet. Der Ort, wo der Pollen seiner Bestimmung entgegengeht, ist die Narbe, und die rechte Zeit für das Abladen ist eingetreten, sobald die Narbe den auf sie gebrachten Pollen festzuhalten im stande ist. Wird der Pollen nicht auf der Narbe, sondern auf irgend einer anderen Stelle der Blüte abgelagert, oder ist die Narbe zur Zeit des Abladens welk und verschrumpft, und ist sie nicht geeignet, den ihr zugeführten Pollen festzuhalten, so ist der in die Blüte eingeschleppte Pollen verloren, gerade so, als wäre er auf die Erde oder in das Wasser gefallen. Es ist somit durch die maßgebenden Bedingungen für den Erfolg der Übertragung des Pollens nicht nur die Zeit des Abladens, sondern auch die Lage und die Beschaffenheit der Narben auf das genaueste vorgezeichnet.

Wurde der Pollen auf den Rücken eines Insektes gestreut, so muß auch die Narbe mit dem Rücken desselben Insektes in Berührung kommen, hatte sich der Pollen dem Rüssel angeheftet, so soll das Insekt mit dem Rüssel die Narbe der neubesuchten Blüte streifen, wurde mit dem Pollen die untere Seite des Tieres beklebt, so hat in der betreffenden Blüte die Narbe ihre Stelle am Boden des Blüteneinganges, welchen die Insekten mit der unteren Körperseite berühren müssen. Daraus ergibt sich, daß von den Tieren, welche Pollen abladen, dieselbe Zufahrt eingehalten werden soll, welche von ihnen schon früher in der anderen Blüte bei dem Aufladen des Pollens benutzt wurde, und daß *die Lage der Antheren, welche sich für das Abholen des Pollens als die passendste erwiesen hat, im großen und ganzen auch für die Narbe, auf welche der Pollen abgeladen werden soll, die geeignetste ist.* Dieses Ergebnis läßt den Gedanken aufkommen, daß es vielleicht besser gewesen wäre, in diesem Buche zugleich mit dem Aufladen des Pollens auch das Abladen desselben zu schildern. Ab und zu wurden ja auch einschlägige Bemerkungen schon bei früherer Gelegenheit eingeschaltet; eine durchgängige gleichzeitige Schilderung beider Vorgänge hätte aber die vom Anfange her eingehaltene Darstellung der Übertragung des Pollens durch Tiere wesentlich beeinträchtigt, und so schien es zweckmäßiger, das Abladen des Pollens hier besonders zu behandeln, dabei aber an die früher geschilderten Vorgänge in passender Weise anzuknüpfen.

Es wurde in dem vorhergehenden Kapitel der *Platzwechsel der Antheren und Narben* besprochen und insbesondere von der Blüte des Studentenröschens (Parnassia; s. Abbildung, S. 249, Fig. 4) erzählt, daß sich in derselben eine Anthere nach der anderen in die Mitte der Blüte stellt, weil gerade dort der Weg zum Honig vorbeiführt und die saugenden Insekten gezwungen werden, von den am Wege stehenden Antheren Pollen abzustreifen. Jede in die Mitte gestellte Anthere verdeckt aber die Narbe, welche dem eiförmigen Fruchtknoten aufsitzt, und solange das der Fall ist, kann der Pollen aus anderen Blüten auf diese nicht übertragen werden. Es ist daher notwendig, daß auch die zuletzt an die Reihe gekommene Anthere von dem in der Mitte eingenommenen Platze wieder wegrücke, damit die Narbe zugänglich werde. Das geschieht auch in der That. Die Narbe ist nun entblößt an derselben Stelle zu sehen, wo früher nacheinander die fünf Antheren gestanden hatten, und wenn jetzt Insekten kommen und den Honig aufsuchen, so wird von ihnen der aus anderen Blüten mitgebrachte Pollen auf die Narbe abgelagert. Ähnlich wie mit dem Studentenröschen verhält es sich auch mit Funkia, Centranthus und Impatiens. In den Blüten von Impatiens bilden die Antheren eine Art Kappe, welche die Narbe so einhüllt, daß man diese in der ersten Zeit des Blühens gar nicht zu Gesicht bekommt. Erst wenn sich diese Kappe losgelöst hat

und abgefallen ist, wird die Narbe entblößt und steht jetzt an derselben Stelle, wo früher die Antheren gestanden hatten. In diesen Fällen braucht die Lage, welche von der Narbe im Anfange des Blühens eingenommen wurde, nicht geändert zu werden, damit sie von den mit Pollen beladenen Insekten an demselben Platze getroffen werde, wo früher die Antheren standen. Dagegen müssen zur Erreichung desselben Zieles die Griffel der meisten Steinbreche (z. B. Saxifraga bryoides, cuneifolia, Geum, rotundifolia, stellaris), ebenso die Narben mehrerer Gentianeen und insbesondere jene in den Revolverblüten der Nelkengewächse eine Änderung ihrer Lage vornehmen. Anfänglich sind die Narben dieser Pflanzen in der Mitte der Blüte zusammengelegt, und es stehen die pollentragenden Antheren in einem Kreise um dieselben herum; nachdem aber die Antheren abgefallen sind und die Träger derselben sich weggekrümmt haben, spreizen die Griffel, beziehentlich die Narben auseinander, biegen und drehen sich und werden dorthin gestellt, wo früher die Antheren ihren Pollen ausgeboten hatten.

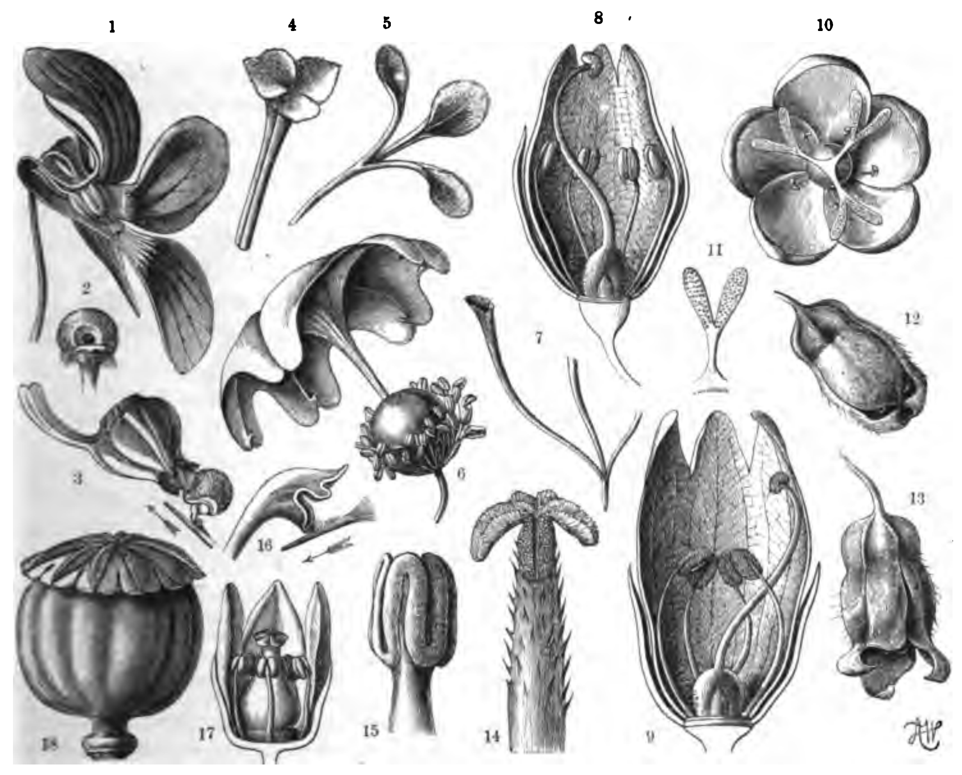
Noch auffallendere Bewegungen vollführen die Griffel der Lippenblütler. Wie man an der Abbildung des zu den Lippenblütlern gehörenden klebrigen Salbeis (Salvia glutinosa) auf S. 262 ersehen kann, ragt in der ersten Zeit des Blühens nur das Ende des Griffels als eine einfache, gerade Spitze über den Rand der Oberlippe vor (s. Abbildung, S. 262, Fig. 1 und 2, Blüte rechts). Von den in die Blüte einfahrenden Hummeln wird in diesem Stadium nur Pollen von den Antheren abgeholt, die Spitze des Griffels aber von ihnen nicht berührt. Später krümmt sich der Griffel bogenförmig herab, die beiden bisher zusammenschließenden, als gerade Spitze erscheinenden Äste desselben, welche die Narben tragen, gehen auseinander und stellen sich so vor die Eingangspforte der Blüte, daß die als Besucher sich einstellenden Hummeln den von anderen, jüngeren Blüten mitgebrachten Pollen an sie abstreifen müssen (s. Abbildung, S. 262, Fig. 2, Blüten links). Einen sehr bemerkenswerten Platzwechsel der Narben und Antheren beobachtet man auch in den Blüten des Schwertels (Gladiolus), der Nieswurz (Helleborus), des schmalblätterigen Weidenröschens (Epilobium angustifolium), verschiedener Arten der Gattung Geißblatt (Lonicera alpigena, nigra, Xylosteum &c.), ferner an der Braunwurz (Scrophularia), den Arten der Gattung Penstemon und Cobaea, endlich auch an zahlreichen Nachtschattengewächsen, wie beispielsweise an der Tollkirsche (Atropa), dem Bilsenkraute (Hyosciamus), der Skopolie (Scopolia) und dem Alraune (Mandragora). Wirft man den Blick in die soeben geöffnete Blüte des Alrauns (s. Abbildung, S. 279, Fig. 8), so erkennt man dicht hinter der Eingangspforte, und zwar genau in der Mitte, die kugelige klebrige Narbe. Die um sie im Kreise stehenden Antheren sind noch geschlossen und an die Innenwand der Blumenkrone angelehnt und, da die Eingangspforte zu dieser Zeit nur mäßig erweitert ist, kaum bemerkbar. Wie ist man überrascht beim Anblicke derselben Blüte nach Ablauf von zwei Tagen. Der Griffel, welcher die Narbe trägt, hat sich seitwärts gebogen und an die Innenwand der Blumenkrone angelehnt, die Antheren sind dagegen nach der Mitte der inzwischen stark erweiterten Eingangspforte gerückt, sind mit Pollen bedeckt und haben also mit der Narbe den Platz gewechselt (s. Abbildung, S. 279, Fig. 9). In gewissem Sinne findet auch in den zu Dolden und Köpfchen vereinigten Blüten vieler Doldenpflanzen, Skabiosen und Korbblütler ein Platzwechsel der Antheren und Narben statt, indem sich daselbst die Narben immer erst entwickeln, nachdem die benachbarten Pollenblätter schon zusammengeschrumpft oder ihre Antheren abgefallen sind. An den Köpfchen mehrerer Dipsaceen (Cephalaria, Succisa) und den köpfchenförmigen Dolden der Mannstreu (Eryngium) sieht man im Anfange des Blühens aus sämtlichen Blüten nur pollenbedeckte Antheren, später dagegen nur narbentragende Griffel sich erheben. Da sich die Insekten auf diesen Blütenständen den Pollen in Massen aufladen, so versteht es sich von selbst, daß auch das Abladen in derselben Weise geschieht, d. h., daß ein ringsum mit Pollen beladenes Insekt, welches auf den mit zahlreichen narbentragenden

Griffeln bespickten Blütenständen anlangt und sich dort lebhaft herumtummelt, binnen einigen Sekunden an Dutzenden der klebrigen Narben den Pollen anheftet.

Es braucht nicht erst ausführlich begründet zu werden, daß die kleinen spitzen Dörnchen, steifen Börstchen und anderen ähnlichen Gebilde, durch welche die Insekten auf den im Bereiche der Blüten einzuschlagenden Weg gewiesen werden, für das Abladen des Pollens auf die Narben dieselbe Bedeutung haben wie für das Abholen desselben von den Antheren, und es kann in dieser Beziehung auf die Schilderung auf S. 248, 271 und 275 verwiesen werden. Nur einer an die Ausbildung dieser merkwürdigen Wegweiser sich anreihenden Einrichtung, welche insbesondere mit dem Abladen des Pollens auf die Narbe im Zusammenhange steht, mag hier noch erwähnt werden. In den Blüten vieler Schotengewächse, beispielsweise in jenen der auf S. 249, Fig. 8 und 10 im ersten und letzten Entwickelungsstadium abgebildeten Kernera saxatilis, sind die Kronenblätter zur Zeit des Öffnens der Blumen noch klein, stehen aufrecht oder sind sogar etwas einwärts gebogen und liegen fast der großen Narbe an, so daß diese die Blütenpforte nahezu ausfüllt. Insekten, welche den Honig aus dem Blütengrunde saugen wollen, sind durch diese Stellung und Lage der Blumenblätter gezwungen, ihren Rüssel dicht an der Narbe vorbei in die Tiefe einzusenken. Wurde der Rüssel in anderen Blüten mit Pollen beladen, so wird dieser an der Narbe unvermeidlich angestrichen. Später, nachdem die Narbe gewelkt ist und die Blumenblätter sich vergrößert haben, lockert sich die ganze Blüte, die Platte der Blumenblätter beugt sich auswärts, die pollenbedeckten Antheren werden sichtbar und zugänglich, und wenn jetzt Insekten mit ihrem Rüssel in den Blütengrund einfahren, so berühren sie nicht mehr die Narbe, sondern streifen den Pollen von den Antheren ab. Dieselbe Einrichtung wiederholt sich mit geringer Abänderung an der Blüte der Haselwurz (Asarum). Das Öffnen des Perigons beginnt bei dieser Pflanze damit, daß sich zwischen den drei Perigonzipfeln drei Spalten als Eingangspforten für die kleinen Fliegen, welche in das Innere der Blüte kommen wollen, ausbilden (s. Abbildung, S. 279, Fig. 12). Dicht hinter den drei Spalten stehen die Narben, welche mit Pollen belegt werden sollen, und die Insekten, von welchen die erwähnten Eingangspforten benutzt werden, müssen notwendig diese Narben überschreiten. Kommen sie mit Pollen beladen aus einer älteren Blüte, so ist es unvermeidlich, daß sie einen Teil des Pollens auf den Narben zurücklassen. Späterhin, wenn die Narben schon mit Pollen belegt sind, trennen sich die drei Perigonzipfel auch an der Spitze, wo sie bisher noch immer verbunden waren (s. Abbildung, S. 279, Fig. 13). Es ist dann nicht mehr notwendig, daß den Insekten der Weg zu den Narben gewiesen werde.

Nächst der für das Abladen des Pollens geeignetsten Lage der Narben und der demselben Zwecke entsprechenden Gestalt der Blumenblätter muß als eine der wichtigsten Eigenschaften die Fähigkeit der Narbe, den herbeigetragenen und abgeladenen Pollen festzuhalten, besprochen werden. Wie nicht anders zu erwarten, stimmen in dieser Beziehung die Blüten, welche von Insekten besucht werden, mit denjenigen, welchen der Wind den Blütenstaub zuführt, nur zum geringsten Teile überein. In allen jenen Fällen, wo zusammenhängender, in Form krümeliger Massen den Insekten oder Vögeln aufgeladener Pollen abgestreift werden soll, würden zarte, federige Narben, wie sie die Gräser und viele andere durch Luftströmungen mit Blütenstaub versorgte Pflanzen zeigen, nichts taugen, dagegen passen in solchen Fällen Narben mit vorspringenden Kanten, Leisten und Lappen, an welchen die Tiere im Vorbeifahren den Pollen zurücklassen müssen. Gewöhnlich befindet sich unmittelbar neben der vorspringenden Kante auch eine Vertiefung, welche mit dem abgestreiften Pollen angefüllt wird. So z. B. endigt der Griffel von Thunbergia (s. Abbildung, S. 279, Fig. 16) mit einer trichterförmigen Narbe, deren Rand an der einen Seite wie eine Schaufel vorspringt. Wenn die zum Blütengrunde einfahrenden

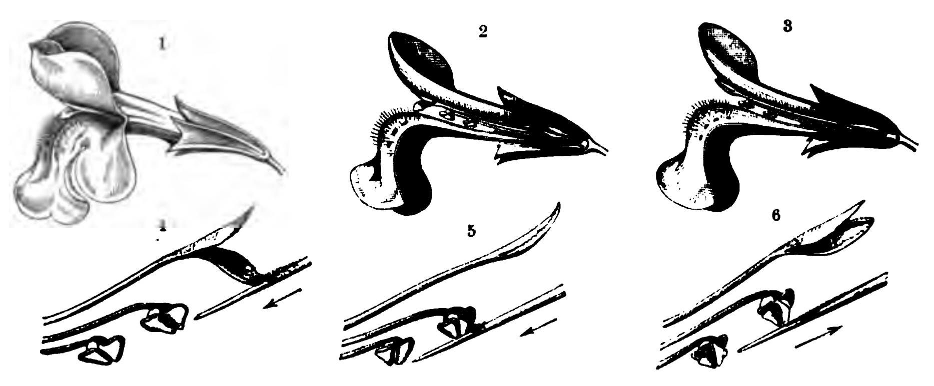
Insekten diese Narbe streifen, so wird der Pollen von der Schaufel aufgenommen und gelangt auch sofort in die trichterförmige Vertiefung. Die Insekten, welche ihren Rüssel in die Blüte des Veilchens (Viola) einführen, streifen dabei unvermeidlich an einen schmalen Lappen, welcher von der unteren Seite der kopfförmigen Narbe vorspringt (s. untenstehende Abbildung, Fig. 1, 2 und 3), und wenn der Rüssel mit Pollen beklebt ist, so bleibt dieser an der äußeren Seite des Lappens haften. Zieht dann das Insekt den Rüssel zurück, so wird dadurch



Vorrichtungen zum Festhalten des abgelagerten Pollens: 1. Blüte des Veilchens (Viola odorata); ein Teil der Blumenblätter weggeschnitten. — 2. Das kopfförmige Ende des Griffels aus dieser Blüte, von unten gesehen. — 3. Der Fruchtknoten des Veilchens, von dem Antherenkegel umgeben; von einem in der Richtung des Pfeiles geführten Stifte wird Pollen an die kleine Lippe des Narbenkopfes abgestreift. — 4. Narben der Narzisse (Narcissus poëticus) mit fein gezähnelten Rändern. — 5. Narben des Schwertels (Gladiolus segetum) mit gewimperten Rändern. — 6. Stempel der Sarracenia purpurea; der Fruchtknoten von den Pollenblättern umgeben. — 7. Trichterförmige Narbe des Safrans (Crocus sativus); zwei Narben weggeschnitten. — 8. Blüte des Alrauns (Mandragora vernalis) im ersten Stadium des Blühens. — 9. Dieselbe in einem späteren Stadium des Blühens. Ein Teil der Blumenkrone und des Kelches weggeschnitten. — 10. Blüte des Sonnentaues (Drosera longifolia), von oben gesehen. — 11. Ein Stück der papillösen klebrigen Narbe des Sonnentaues. — 12. Blüte der Haselwurz (Asarum Europaeum) im ersten Stadium des Blühens. — 13. Dieselbe Blüte in einem spätern Stadium. — 14. Narbe der Roemeria. — 15. Narbe der Opuntia nana. — 16. Narbe der Thunbergia grandiflora; die untere Lippe wird von dem in der Richtung des Pfeiles geführten Stifte mit Pollen belegt. — 17. Blüte der Azalea procumbens; ein Teil der Blumenblätter weggeschnitten. — 18. Stempel des Mohnes (Papaver somniferum). — Fig. 6, 18 in natürlicher Größe; die andern Figuren etwas vergrößert. Vgl. Text, S. 275—284.

der Lappen auf den Narbenkopf gedrückt, was wieder zur Folge hat, daß der kurz vorher abgestreifte Pollen in die Höhlung des Narbenkopfes gelangt. Die Blüten der Schwertlilien bergen Narben, welche die Gestalt und Farbe von Blumenblättern besitzen. An ihrem freien Ende sind sie zweilippig (s. Abbildung, S. 247, Fig. 1 und 2). Die obere Lippe ist aufgebogen, ziemlich groß und in zwei spitze Zipfel gespalten, die Unterlippe ist dünn und bildet einen schmalen, häutigen, in die Quere ausgespannten Lappen. Der Weg, welchen die Hummeln nehmen, wenn sie in den Blüten der Schwertlilien Honig saugen wollen, führt unter einer

der zweilippigen Narben vorbei, und wenn die Hummeln mit Pollen beladen von anderen Blüten kommen, so streifen sie über den dünnen Rand der Unterlippe wie über das Messer eines Hobels hin, bei welcher Gelegenheit der Pollen von ihrem Rücken abgeschabt und zwischen beide Lippen eingelagert wird. Mehrere Skrofularineen und Utricularieen (Catalpa, Mimulus, Rehmannia, Torenia und Utricularia), für welche hier als Vorbild die gelbe Maskenblume (Mimulus luteus; s. untenstehende Abbildung, Fig. 1, 2 und 3) gewählt wurde, haben zweilippige Narben, welche Reizbewegungen ausführen. Wenn der Pollen durch ein zum Blütengrunde einfahrendes Insekt an die in den Weg gestellte untere Lippe der Narbe angestreift wird (Fig. 4), so legen sich sofort beide Lippen wie die Blätter eines Buches aneinander (Fig. 5), und es wird dadurch der aufgenommene Pollen an jene Stelle der Narbe gebracht, wo er sich weiterhin entwickeln kann. Zieht hierauf das Insekt den Rüssel zurück, und nimmt es bei dieser Gelegenheit Pollen aus den zugedeckelten Antheren



Abladen des Pollens: 1. Blüte der gelben Maskenblume (Mimulus luteus). — 2. Dieselbe Blüte der Länge nach durchschnitten, mit offener Narbe. — 3. Dieselbe Blüte mit geschlossener Narbe. — 4. An dem unteren Lappen der Narbe wird von einem in der Richtung des Pfeiles geführten Stifte Pollen abgestreift. — 5. Die Narbe hat sich infolge der Berührung geschlossen; der in der Richtung des Pfeiles geführte Stift öffnet die zugedeckelten Antheren und beladet sich mit Pollen. — 6. Der untere Lappen der Narbe ist so weit emporgeschlagen, daß der in der Richtung des Pfeiles zurückgezogene Stift mit demselben nicht in Berührung kommt, daher auch der auf dem Stifte haftende Pollen nicht auf die Narbe gelangt. — Fig. 1, 2, 3 in natürlicher Größe; die anderen Figuren etwas vergrößert. Vgl. Text, S. 281.

mit, so ist nicht zu besorgen, daß dieser Pollen auch in das Innere der Narbe komme, weil die untere Lippe der Narbe nicht mehr im Wege steht, sondern hinaufgeklappt ist (Fig. 6). Die Narbe von Mimulus luteus bleibt nach Berührung mit einer Nadel ungefähr 5 Minuten geschlossen, hierauf öffnet sie sich wieder, die untere Lippe erhält ihre frühere Lage und kann sich bei Berührung neuerdings schließen. Bei einer anderen Art dieser Gattung, nämlich Mimulus Roezlii, bleibt die Narbe 7 Minuten geschlossen. Dasselbe gilt von den Narben des Trompetenbaumes (Catalpa). Länger als 10 Minuten scheint keine der früher genannten Pflanzen ihre Narbe geschlossen zu halten. Dieses wiederholte Öffnen der Narbe ist sehr wichtig für den Fall, daß das erste die betreffende Blüte besuchende Insekt keinen Pollen mitgebracht haben sollte. Indem sich die Narbe nochmals öffnet, erwartet sie gewissermaßen einen zweiten Besuch. Wenn auch dieser erfolglos sein sollte, so kann sie sich ein drittes Mal öffnen. Das Öffnen und Schließen wiederholt sich überhaupt so lange, bis endlich einmal ein Insekt kommt, welches die Narbe mit Pollen belegt. Ist das geschehen, dann bleibt die Narbe dauernd geschlossen. Die Gattung Glossostigma weicht dadurch von den anderen oben aufgezählten Skrofularineen mit reizbaren Narben ab, daß ihre Narbe nur aus einem einzigen Lappen gebildet wird, welcher sich über die Antheren herabbiegt und den in die Blüte einfahrenden Insekten in den Weg stellt. Sobald er berührt und Pollen an ihn abgestreift wird, hebt er sich sofort empor, geht sozusagen den einfahrenden Insekten

aus dem Wege, und es wird dadurch verhindert, daß er auch noch mit Pollen aus den benachbarten Antheren beklebt wird.

Die bisher besprochenen Einrichtungen laufen darauf hinaus, daß von den die Blüten besuchenden Insekten der mitgebrachte Pollen an vorspringenden Kanten, Leisten und Lappen abgestreift und von dort dem entsprechend organisierten Teile der Narbe zugeführt wird. Dieser ersten Gruppe von Einrichtungen zum Festhalten des Pollens schließt sich eine andere an, die darin besteht, daß die in den Blütengrund einfahrenden Insekten den mitgebrachten Pollen an den papillösen Oberhautzellen der Narbe zurücklassen. Das geschieht z. B. in den Blüten der Malven und Nelkengewächse, deren Griffel einseitig mit langen glashellen Papillen besetzt und nicht nur wie eine Bürste geformt, sondern auch wie eine Bürste wirksam sind. In den Blüten der Sonnenröschen (Helianthemum) sowie in jenen der Taglilien (Hemerocallis) sind lange Papillen wie zu einem Pinsel an der kopfförmigen Narbe gruppiert, am öftesten aber macht der Besatz aus mäßig verlängerten, sehr zahlreichen und dicht zusammengedrängten Papillen den Eindruck des Samtes, und es werden solche Narben von den beschreibenden Botanikern auch „samtig" genannt. Von allgemein bekannten Pflanzen mit samtigen Narben mögen als Beispiele die Gattungen Erythraea, Daphne und Hibiscus genannt sein. Bei vielen Pflanzen sind die Papillen der Narbe nur unbedeutend vorgewölbt, und es erscheint dann die Oberfläche warzig, rauh, oft wie gekörnt. Wenn die Blüten gehäuft sind und das Abladen des Pollens gleichzeitig auf zahlreiche Narben erfolgen soll, so sind diese meistens lineal oder nur an einer Seite mit Papillen besetzt, wie bei Cephalaria, oder allseitig mit denselben bekleidet, wie bei Armeria, immer aber so gestaltet und so gestellt, daß die auf den Blütenköpfchen sich herumtummelnden Insekten den Pollen so leicht und so rasch wie möglich an alle Narben abstreifen können. Bei jenen Pflanzen, wo die inmitten der aufrechten, schüsselförmigen Blume sich erhebende Narbe von den Insekten als Anflugsplatz benutzt wird, ist entweder die ganze Oberfläche mit Papillen dicht besetzt (z. B. bei Roemeria; s. Abbildung, S. 279, Fig. 14), oder es ordnen sich die Papillen in Form von Streifen, welche strahlenförmig über das Mittelfeld verteilt sind, wofür die Narbe des Mohnes (Papaver; s. Abbildung, S. 279, Fig. 18) ein auffallendes Beispiel bietet. Häufig kommt es vor, daß die Papillen nur den Rand der Narben besäumen und sich wie kurze Wimpern an Augenlidern oder wie die Zähne eines Kammes ausnehmen. Es wird das insbesondere dann beobachtet, wenn die Narbe die Gestalt eines oder mehrerer Lappen hat, wenn diese Lappen löffelförmig, beckenförmig oder trichterförmig vertieft und verhältnismäßig groß sind, und wenn die Insekten bei dem Einfahren mit dem pollenbedeckten Körperteile nur den Rand dieser Narbenlappen berühren. So verhält es sich z. B. in den Blüten vieler Gentianen, Narzissen, Schwertel und Safrane (z. B. **Gentiana Bavarica**, Narcissus poeticus, Gladiolus segetum, Crocus sativus; s. Abbildung, S. 279, Fig. 4, 5 und 7).

Der abgeladene Pollen wird zwischen den Papillen der Narbe festgehalten, etwa so wie Staub an einem Samtlappen oder an einer Bürste oder einem Kamme, und es ist nicht unbedingt nötig, daß die Papillen der Narbe auch klebrig sind. Kommt die Klebrigkeit der Papillen noch dazu, dann wird das Festhalten des abgeladenen Pollens begreiflicherweise noch wesentlich erhöht. Es gibt in der That Narben, welche mit glashellen Papillen besetzt und gleichzeitig durch eine von den Oberhautzellen der Narbe ausgeschiedene Flüssigkeitsschicht sehr klebrig gemacht sind, wie z. B. jene des Sonnentaues (Drosera; s. Abbildung, S. 279, Fig. 10 und 11). Im ganzen genommen sind aber solche Fälle selten. Meistens sind die samtigen und die mit langen Papillen besetzten Narben nicht klebrig, und es ist die Klebrigkeit auf die warzigen und gekörnten Narben beschränkt. Beispiele von Gewächsen mit stark klebrigen Narben sind die Doldenpflanzen, die Alpenrosen, die Bärentrauben, die

Eriken, die Heidelbeeren und Preißelbeeren, die Wintergrüne und Knöteriche, die Tollkirsche und die Bartsie. Häufig erscheint die klebrige Narbe als Abschluß eines fadenförmigen, dünnen Griffels, stellt sich als eine kleine Scheibe dar oder ist kopfförmig und fällt weniger durch ihre Größe als durch den Glanz, der von dem klebrigen Überzuge ausgeht, in die Augen. An Swietenia Mahagoni (s. Abbildung, S. 285, Fig. 3) hat sie die Form einer Scheibe, an Azalea procumbens (s. Abbildung, S. 279, Fig. 17) die Gestalt eines flach gewölbten Polsters mit fünf strahlenförmig verlaufenden Kanten, an dem Feigenkaktus (Opuntia; s. Abbildung, S. 279, Fig. 15) bildet sie einen schlangenförmig gewundenen fleischigen Wulst, der sich um das Ende des Griffels herumschlingt, und an den Nachtkerzen (Oenothera; s. nebenstehende Abbildung) wird sie von vier fleischigen, kreuzweise gestellten Lappen gebildet. Auffallend ist, daß die klebrigen Narben besonders häufig bei jenen Pflanzen vorkommen, deren Pollen als Mehl oder Staub aus den streubüchsenförmigen Antheren fällt. Auch alle die Gewächse, deren Pollen aus Vierlingszellen besteht, welche durch zarte Fäden umsponnen und verstrickt sind, zeichnen sich durch stark klebende Narben aus. Bei den meisten der oben genannten Pflanzen klebt der Pollen im Augenblicke der Berührung so haltbar der Narbe an, daß man ihn durch heftiges Anblasen oder durch starkes Schütteln nicht mehr entfernen kann. Manche der klebrigen Narben erinnern an Leimspindeln und zwar auch insofern, als die zähe Schicht, durch welche die Klebrigkeit veranlaßt wird, der Luft ausgesetzt, nicht vertrocknet, sondern sich ähnlich wie Vogelleim mehrere Tage lang schmierig und klebrig erhält.



Nachtkerze (Oenothera biennis). (Nach Baillon.)

In manchen Fällen werden die Narben erst dann klebrig, wenn das Narbengewebe die Fähigkeit erlangt hat, die mit ihm in Berührung gekommenen Pollenzellen zur Entwickelung von Pollenschläuchen zu veranlassen. Sehr merkwürdig ist in dieser Beziehung die Narbe der zu den Dipsaceen gehörenden Cephalaria Alpina. Dieselbe macht, kurz nachdem sich die Blumenkrone geöffnet hat, den Eindruck, als ob sie schon vollständig ausgebildet

und auch befähigt wäre, den Pollen festzuhalten. Das beruht aber nur auf Täuschung; streift man Pollen an, so fällt er von der glatten Oberfläche der Narbe sogleich wieder herab. Erst zwei Tage später haftet er fest, nachdem sich das Narbengewebe mit einer sehr zarten, für das freie Auge nicht erkennbaren Schicht einer klebrigen Flüssigkeit überzogen hat, und entwickelt auch sofort Pollenschläuche, welche in das Gewebe eindringen. Wie in so vielen Fällen, wäre es aber auch hier gefehlt, diesen Vorgang zu verallgemeinern; denn bei den meisten Doldenpflanzen sind die Narben schon zu einer Zeit klebrig, wenn ihr Gewebe den angedeuteten Einfluß auf den Pollen noch nicht zu nehmen vermag. Auch in den Blüten des Allermannsharnisches (Allium Victorialis) klebt der Pollen schon zu einer Zeit den Narben an, wo diese noch nicht befähigt sind, das Treiben von Pollenschläuchen zu veranlassen, ja es sind zur Zeit des Anklebens noch nicht einmal die Narbenpapillen entwickelt. Die Narben der Orchideen sind sogar schon geraume Zeit klebrig, ehe noch die Samenanlagen ausgebildet sind. In diesen Fällen hat die klebrige Schicht nur die Aufgabe, den Pollen so lange festzuhalten, bis sich in dem tieferen Narbengewebe Veränderungen vollzogen haben, welche den Pollen anregen, Pollenschläuche zu treiben.

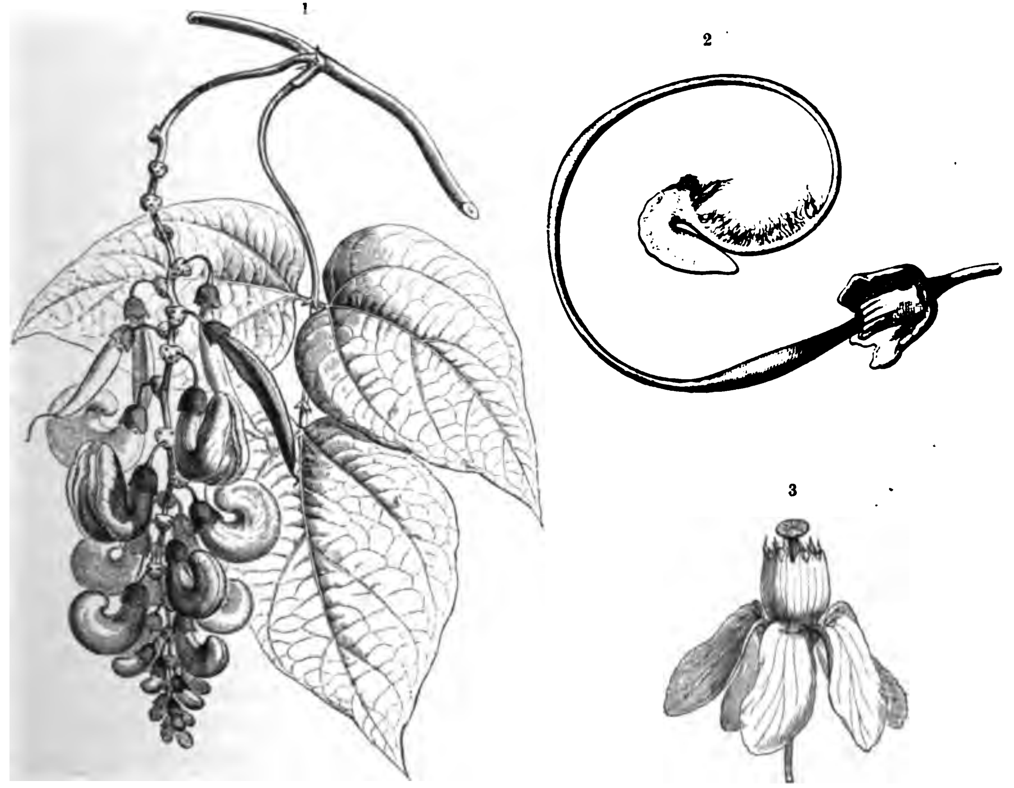
Die zuletzt erwähnten klebrigen Narben der Orchideen erheischen übrigens auch noch mit Rücksicht auf die Art und Weise, wie der Pollen auf sie abgelagert wird, eine besondere Besprechung. Jene der auf S. 255 abgebildeten Sumpfwurz (Epipactis latifolia) hat die Gestalt einer viereckigen Tafel und ist gegen den Grund der mit Honig gefüllten, beckenförmigen Unterlippe einschüssig gestellt. Wenn eine Wespe bei dem Auslecken des Honigbeckens mit der Stirn an das am obern Rande der Narbe vorragende Rostellum stößt, so klebt dieses augenblicklich an, und es werden die mit dem Rostellum verbundenen beiden Pollenkölbchen bei dem Fortfliegen der Wespe aus den Fächern der Anthere herausgerissen und entführt. Die Wespe trägt nun das Paar der Pollenkölbchen an der Stirn, so wie es in der Abbildung auf S. 255, Fig. 6 dargestellt ist. Zunächst stehen die Pollenkölbchen aufrecht von der Stirn ab, schon nach einigen Minuten ändern sie aber ihre Lage. Infolge des Austrocknens der die Pollenvierlinge verbindenden Masse drehen und biegen sie sich gegen die Mundwerkzeuge herab und erscheinen jetzt als zwei dicke Wülste der vorderen Seite des Kopfes aufgelagert (s. Abbildung, S. 255, Fig. 7). Das ist aber unbedingt notwendig, wenn der Pollen dieser Kölbchen von der Wespe auf die klebrige Narbe anderer Blüten gebracht werden soll. Käme die Wespe mit den aufrecht abstehenden Pollenkölbchen beladen zu einer anderen Blüte, um dort Honig zu lecken, so würden die Pollenkölbchen über den oberen Rand der Narbe hinausgeschoben werden, und ihr Ziel wäre entweder gar nicht oder doch nur sehr unvollkommen erreicht. Sobald aber die Kölbchen über die vordere Kopfseite der Wespe herabgeschlagen sind, werden sie von dem honigleckenden Insekte pünktlich an die klebrige, viereckige Narbenfläche angedrückt. Die Vierlinge aus Pollenzellen sind zu rundlichen oder unregelmäßig viereckigen Ballen vereinigt, und diese mittels zäher Fäden verbundenen Ballen sind wieder so gruppiert, daß sie zusammengenommen ein Kölbchen bilden. Wird nun ein solches Kölbchen an die klebrige Narbe gedrückt, so bleiben alle mit dem Klebstoffe in Berührung kommenden Pollenvierlinge hängen und zwar so, daß bei dem Abfliegen des Insektes viel eher die zähen Fäden im Inneren des Pollenkölbchens zerreißen, als daß sich der an die Narbe geklebte Pollen wieder ablösen würde. Diese beiden für das Abladen des Pollens auf die Narbe so wichtigen Einrichtungen, nämlich die *Drehung und das Herabbiegen der anfänglich aufrechten Pollenkölbchen sowie das Abreißen der feinen, die Pollenvierlinge zusammenhaltenden Fäden*, kommen nicht nur der hier als Beispiel gewählten Sumpfwurz (Epipactis), sondern auch vielen anderen, unsere Wälder und Wiesen schmückenden Orchideen, namentlich aus der Gattung Orchis, Gymnadenia und Platanthera, zu. Verschieden davon sind die Einrichtungen in den Blüten des Ohnblattes (Epipogum; siehe

Abbildung, S. 223). Hier ist jedes Pollenkölbchen an der einen Seite von dem dicken Strange umfangen, welcher zu dem klebrigen Rostellum hinführt (Fig. 11). Wenn diese Pollenkölbchen durch eine Hummel aus ihrem Verstecke herausgerissen werden (Fig. 13), so kippen sie um und erscheinen jetzt an den Strängen wie zwei Kirschen an ihren Stielen. Dadurch wird aber auch das ganze aus den Antheren gerissene Gebilde etwas länger, was insofern wichtig ist, als dadurch die Möglichkeit gegeben wird, daß in anderen Ohnblattblüten die Kölbchen auf die Narbe kommen. Die Narbe steht nämlich in diesem Falle über dem Rostellum, und nur wenn die Kölbchen langgestielt sind, können sie von den anfliegenden Hummeln an diese Narbe gedrückt werden.

Jede dieser Einrichtungen zeigt immer wieder von neuem, wie das Ausmaß aller bei der Übertragung des Pollens beteiligten Organe auf das genaueste bestimmt und geregelt sein muß, wenn der Erfolg des Blühens gesichert sein soll. Die Verschiebung der Narbe um ein Millimeter könnte verhindern, daß der Pollen an dem richtigen Platze abgelagert wird und eine Belegung zu stande kommt. Ja in vielen Fällen würde selbst eine noch geringere Veränderung von Unheil sein. Es gibt Pflanzen, deren Narbe nur an einer sehr beschränkten Stelle den Pollen anregt, Pollenschläuche zu treiben. Bei den Astern ist es, wie später noch ausführlicher gezeigt werden wird, nur ein schmaler Saum am Rande der winzigen Griffeläste, und bei vielen Lippenblütlern ist es nur die Spitze des unteren Griffelastes, wo Pollen mit Erfolg abgeladen wird. Eine der größten Narben zeigt Sarracenia purpurea. Die Narbe dieser Pflanze hat die Gestalt eines Sonnenschirmes, mißt 3,5 cm in der Quere, zeigt an ihrem Rande fünf ausgerandete Lappen und in der Ausrandung jedes Lappens an der inneren Seite ein kleines Zäpfchen (s. Abbildung, S. 279, Fig. 6). Nur diese Zäpfchen sind zur Aufnahme des Pollens geeignet, und wenn man mit dem Namen Narbe nur den Gewebekörper begreifen will, auf welchem der Pollen sich weiter entwickelt und Pollenschläuche treibt, so darf man nur diese fünf Zäpfchen der Sarracenia Narben nennen. Ähnlich verhält es sich bei Physostigma venenosum (s. Abbildung, S. 285, Fig. 1 und 2), deren blasenförmiges als Narbe beschriebenes Griffelende nur an einer beschränkten mit Papillen besetzten Stelle belegungsfähig ist. Bei dieser Gelegenheit soll auch darauf hingewiesen werden, daß die Papillen, welche sich an der äußeren Seite der Griffeläste bei den Korbblütlern entwickelt finden, und welche beim ersten Anblicke für Narbenpapillen gehalten werden könnten, diese Bezeichnung nicht verdienen. Sie haben nur die Aufgabe, den Pollen aus seinen Behältern auszufegen, führen darum auch den Namen Fegehaare, und es wird ihre Bedeutung späterhin in dem die Autogamie behandelnden Abschnitte dieses Buches noch wiederholt zu besprechen sein.

Die Ablagerung des Pollens auf die Narbe hat nicht nur Veränderungen der Pollenzellen und des Narbengewebes, sondern auch der angrenzenden Blumenteile, zumal der Blumenkrone, im Gefolge. Was die ersteren betrifft, so werden sie schon dem freien Auge durch Welken, Verschrumpfen und Braunwerden der oberflächlichen Zellen erkennbar. Bei jenen früher besprochenen Gewächsen, an deren klebrigen Narben der Pollen nicht sofort angeregt wird, Pollenschläuche zu treiben, vergehen mitunter Wochen, bis diese Veränderung eintritt, bei anderen dagegen beobachtet man sie schon nach wenigen Stunden. Sehr merkwürdig sind in dieser Beziehung die Nachtschattengewächse, namentlich die Giftbeere (Nicandra physaloides) und die Tollkirsche (Atropa Belladonna). Nicht nur, daß schon eine Stunde, nachdem Pollen auf die klebrige Narbe gekommen ist, ein Welken und Bräunen der letzteren stattfindet, auch der ganze Griffel erfährt eine Veränderung, löst sich von dem Fruchtknoten ab und fällt alsbald zu Boden. Hier müssen demnach sofort, nachdem die Pollenzellen mit dem Narbengewebe in Berührung gekommen sind, Pollenschläuche entwickelt werden, die binnen wenigen Stunden zu den Samenanlagen im Inneren des Fruchtknotens gelangen.

Noch auffälliger sind die aus gleichem Grunde eintretenden Veränderungen an den Blumenblättern. **Sobald die Narbe gewelkt ist, welken nämlich in kürzester Frist auch die Blumenblätter, oder sie lösen sich von dem Blütenboden los und fallen zu Boden.** Das Welken vollzieht sich an den Blumenblättern in sehr mannigfacher Weise. Sie verlieren ihre Prallheit, sinken zusammen, nehmen einen geringeren Umfang ein und verändern gleichzeitig die bisherige Farbe. Aus den Blumenblättern der meisten Eintagsblüten scheidet sich bei dieser Gelegenheit Wasser aus dem Gewebe aus, nicht unähnlich wie an den Laubblättern, welche im Herbste einem starken Nachtfroste ausgesetzt waren



1. Physostigma venenosum. — 2. Der Stempel dieser Pflanze, aus der Blüte herausgenommen; vergrößert. — 3. Blüte der Swietenia Mahagoni. Vgl. Text, S. 282 und 284. (Nach Baillon.)

und am darauf folgenden Tage von der Sonne getroffen werden, sie werden matsch und sehen wie zerquetscht oder wie gekocht aus. Die Kronen einiger Schmetterlingsblütler, namentlich mehrerer Arten der Gattung Klee (Trifolium), vertrocknen und werden rauschend wie dürres Laub. Die Mitte zwischen diesen beiden Gegensätzen halten dann jene zahlreichen Blüten, deren Blumen erschlaffen, etwas zusammenschrumpfen, sich verbiegen und dann schließlich verwelkt abfallen, wie dies beispielsweise an den meisten Schotengewächsen, Baldrianen und Korbblütlern der Fall ist. Die Blumenblätter nehmen beim Welken meistens diejenige Lage an, welche sie schon in der Knospe innehatten. So z. B. rollen sich die Zungenblüten des Bocksbartes (Tragopogon) beim Welken zu einer Röhre zusammen und erhalten dadurch dasselbe Ansehen wie vor dem ersten Aufblühen. Durchgreifend ist dieses Verhalten allerdings nicht; denn die Zungenblüten von Bellidiastrum und der meisten Astern rollen sich beim Welken spiralig nach außen, jene des Hieracium staticefolium spiralig nach innen,

und es sind auch schraubige Drehungen der welkenden, vertrocknenden und sich verfärbenden Blumenblätter keine Seltenheit. Welche Bedeutung der mit dem Welken Hand in Hand gehenden Verfärbung der Blumenblätter zukommt, wurde schon bei früherer Gelegenheit (S. 218) erörtert. Bei manchen Pflanzen kommt es auch vor, daß sich alsbald nach der Ablagerung des Pollens auf die Narbe die benachbarten Blumenblätter einzeln oder in ihrer Gesamtheit vom Blütenboden ablösen, ohne früher gewelkt zu sein, wofür als Beispiel die Blüten der Rosen, der Mandelbäume, der Primeln und der Fuchsien genannt sein mögen.

Daß das plötzliche Welken und Abfallen der Blumenblätter wirklich mit der Auflagerung von Pollen auf die Narbe, beziehentlich mit dem Eindringen von Pollenschläuchen in das Narbengewebe zusammenhängt, wurde durch wiederholte, eigens zur Lösung dieser Frage angestellte Versuche ermittelt. Wenn man von zwei zu gleicher Zeit sich öffnenden Blüten desselben Pflanzenstockes die eine mit Pollen versieht, die andere vor dem Eindringen des Pollens schützt, oder, genauer gesagt, wenn man die Narbe der einen Blüte absichtlich mit Pollen behaftet, jene der anderen Blüte aber gegen die Auflagerung von Pollen versichert, so erhält sich die Blume der letzteren immer beträchtlich länger frisch und haftet länger am Blütenboden als jene der ersteren. An zwei zu gleicher Zeit aufgegangenen und in der angegebenen Weise behandelten Blüten des großblütigen Leines (Linum grandiflorum) erhielt sich die Krone an jener Blüte, deren Narbe mit Pollen bestrichen wurde, 35 Stunden, an der anderen Blüte, deren Narbe keinen Pollen erhalten hatte, 80 Stunden. Von zwei gleichzeitigen Blüten der Anagallis Philippi fiel die Blumenkrone derjenigen Blüte, auf deren Narbe Pollen aufgelagert wurde, nach vier Tagen, die der anderen Blüte, deren Narbe vor dem Pollen bewahrt worden war, nach sechs Tagen ab. Die Blüten eines Stockes der Mamillaria glochidiata, deren Narben mit Pollen behaftet wurden, erschienen um zwei Tage früher matsch und dauernd geschlossen als jene, deren Narben von Pollen frei geblieben waren. Würde es überhaupt noch einer Begründung der Ansicht bedürfen, daß die lebhaft gefärbten Blumenkronen in erster Linie als Anlockungsmittel für die blütenbesuchenden und den Pollen übertragenden Insekten wirksam sind, so würde dieselbe gewiß mit solchen Ergebnissen geboten sein. Sobald der Erfolg erreicht ist, sobald nämlich die Narbe mit Pollen belegt wurde, erscheint die weitere Anlockung von Insekten überflüssig; die Blumenblätter stellen daher sofort diese ihre Funktion ein, fallen ab oder werden welk, gehen nicht mehr auseinander, mit einem Worte, sie haben aufgehört, als Anlockungsmittel für Insekten wirksam zu sein. Man kann sich diese Erscheinung nur durch die Annahme erklären, daß die Veränderungen, welche durch die sich entwickelnden Pollenzellen in dem Gewebe der Narben hervorgerufen werden, sich von diesem ihrem ersten Angriffspunkte auf immer weitere Kreise erstrecken, daß von denselben schließlich auch die Blumenblätter betroffen werden, und daß durch die chemischen Umsetzungen und molekularen Umlagerungen, welche sich von dem Narbengewebe und dem Fruchtknoten bis zu der Blumenkrone fortgepflanzt haben, eine plötzliche Trennung des Zusammenhanges der Blumenblätter mit dem Blütenboden und eine ebenso plötzliche Veränderung im Turgor der Blumenblätter veranlaßt wird.

Hier ist nur noch zu erwähnen, daß das frühzeitige Welken und Abfallen der Blumenblätter von jenen Blüten, welche gleich nach dem Aufknospen mit Pollen belegt wurden, ein Gegenstück in der Erscheinung der langen Haltbarkeit gefüllter Blüten hat. Insbesondere jene gefüllten Blüten, deren sämtliche Pollenblätter und Fruchtblätter in Blumenblätter umgewandelt sind, erhalten sich 2, 3, ja selbst 8 Tage länger frisch als die sogenannten einfachen Blüten derselben Art, wie das besonders bei den Pelargonien, Tulpen, Nelken und Levkojen zu sehen ist.



Kreuzung.

Während Goethe in Karlsbad weilte, brachte ein junger Gärtner täglich Bündel blühender Pflanzen den beim Brunnen versammelten Kurgästen. Herren und Frauen interessierten sich lebhaft dafür, die Namen dieser Pflanzen mit Hilfe der Schriften des damals schon weithin berühmten schwedischen Botanikers Linné zu ermitteln. Man nannte dieses Aufsuchen der Namen „Bestimmen" oder „Determinieren" der Pflanzen, und es wurde dasselbe von seiten der Dilettanten als eine Art Rätselspiel und als ein anmutiger, anregender Zeitvertreib mit großem Eifer behandelt. Auch im Kreise der Fachmänner fand Linné eine Anerkennung, wie sie selten einem Mitlebenden gezollt zu werden pflegt. Seine Methode hatte sich im Fluge die ganze gebildete Welt erobert, und sein „System" war in den Schulen nachgerade zur Alleinherrschaft gelangt. Allerdings erhoben sich auch, und zwar vorzüglich aus dem Kreise der Dilettanten, vereinzelte Stimmen gegen die neue Lehre. Goethe erzählt, daß mehrere der Karlsbader Gäste die Beschäftigung mit der Pflanzenwelt nach der Anleitung des schwedischen Botanikers als geistlose Spielerei bezeichneten, welche weder dem Verstande noch der Einbildungskraft genügen und niemand auf die Dauer befriedigen könne. Offenbar hatte auch Goethe die Schwäche der Linnéschen Methode erkannt. Das Zählen und die Beschäftigung mit Zahlen war ohnedies seine Sache nicht, auch das auf unscheinbare Merkmale begründete Auseinanderhalten der Formen nicht; ihn fesselte weit weniger das, was die Pflanzen unterschied, als vielmehr das, was sie gemeinsam hatten, und was die gesamte Pflanzenwelt zu einer vielgliederigen Einheit verband, und es ist begreiflich, daß er sich für die Linnésche Botanik niemals recht erwärmen konnte.

Aber, so seltsam es sich anhören mag, das, was Goethe als Schwäche des Linnéschen Systems erkannte, war anderseits die Stärke desselben. Gerade der Umstand, daß die Zahlen einen sicher leitenden Faden in dem Wirrsal der Pflanzengestalten abgaben, daß die Möglichkeit geboten war, mittels Zählens der Blütenteile zu einer bündigen Einteilung der Gewächse zu gelangen, und nicht zum wenigsten die beharrliche Durchführung der aufgestellten Grundsätze wirkten bestrickend auf Laien und Fachmänner. Dieselben Vorzüge erklären auch, daß in den neuesten botanischen Werken immer wieder auf die Linnésche Methode zurückgegriffen wird, wenn es sich darum handelt, auf kürzestem Wege den Platz zu ermitteln, welchen eine gegebene Art inmitten jenes tausendfältig verzweigten Stammbaumes einnimmt, welcher der jetzigen Auffassung des natürlichen Entwickelungsganges der Lebewesen im Laufe der Zeiten am besten entspricht.

Es wird sich später noch die Gelegenheit ergeben, auf die Wertschätzung der verschiedenen Pflanzensysteme vom geschichtlichen Standpunkte näher einzugehen; hier beschäftigt uns das Linnésche System nur im Hinblicke auf die Frage nach der Verteilung der Pollenblätter und Stempel, also jener Organe, in welchen die zweierlei Geschlechtszellen ausgebildet werden. Die Ergebnisse der Untersuchungen über die Verteilung dieser Organe, in welchen die befruchtenden und die zu befruchtenden, beziehentlich die männlichen und die weiblichen Geschlechtszellen erzeugt werden, bilden nämlich die Grundlage des Linnéschen Systems und sind der wichtigste Anhaltspunkt bei der Abgrenzung der sogenannten Klassen, deren Linné 24 unterschied.

Die 1.—20. Klasse des Linnéschen Systems begreift Phanerogamen, deren sämtliche Blüten zwitterig sind, d. h. wo jede Blüte der betreffenden Arten sowohl Pollenblätter als Stempel enthält. In die 1.—13. Klasse reihen sich jene Arten, deren sämtliche Pollenblätter gleich lang und weder unter sich noch mit dem Stempel verwachsen sind, und im einzelnen werden diese 13 Klassen in folgender Weise umgrenzt:

1. Klasse: **Monandria.** Ein einziges Pollenblatt in jeder Blüte; z. B. Tannenwedel (Hippuris), Pisang (Canna), Alpinie (Alpinia; s. Abbildung, S. 289, Fig. 1).

2. Klasse: **Diandria.** Zwei Pollenblätter in jeder Blüte; z. B. Ehrenpreis (Veronica; s. Abbildung, S. 223, Fig. 1); Flieder (Syringa; s. Abbildung, S. 289, Fig. 2).

3. Klasse: **Triandria.** Drei Pollenblätter in jeder Blüte; z. B. Schwertlilie (Iris; s. Abbildung, S. 247); Baldrian (Valeriana; s. Abbildung, S. 289, Fig. 3).

4. Klasse: **Tetrandria.** Vier Pollenblätter in jeder Blüte; z. B. Waldmeister (Asperula), Wegerich (Plantago), Hartriegel (Cornus; s. Abbildung, S. 289, Fig. 4).

5. Klasse: **Pentandria.** Fünf Pollenblätter in jeder Blüte; z. B. Tollkirsche (Atropa), Wasserschierling (Cicuta), Aralie (Aralia; s. Abbildung, S. 289, Fig. 5).

6. Klasse: **Hexandria.** Sechs Pollenblätter in jeder Blüte; z. B. Tulpe (Tulipa), Maiglöckchen (Convallaria), Gelbstern (Gagea; s. Abbildung, S. 289, Fig. 6).

7. Klasse: **Heptandria.** Sieben Pollenblätter in jeder Blüte; z. B. Roßkastanie (Aesculus Hippocastanum; s. Abbildung, S. 289, Fig. 7).

8. Klasse: **Octandria.** Acht Pollenblätter in jeder Blüte; z. B. Besenheide (Calluna), Seidelbast (Daphne; s. Abbildung, S. 289, Fig. 8).

9. Klasse: **Enneandria.** Neun Pollenblätter in jeder Blüte; z. B. Lorbeer (Laurus), Wasserviole (Butomus; s. Abbildung, S. 289, Fig. 9).

10. Klasse: **Decandria.** Zehn Pollenblätter in jeder Blüte; z. B. Raute (Ruta; s. Abbildung, S. 304), Kermesbeere (Phytolacca; s. Abbildung, S. 289, Fig. 10).

11. Klasse: **Dodecandria.** Pollenblätter in nicht genau bestimmter Zahl, 11—20 in jeder Blüte; z. B. Reseda (Reseda), Hauswurz (Sempervivum), Odermenig (Agrimonia Eupatorium; s. Abbildung, S. 292, Fig. 1 und 2).

12. Klasse: **Icosandria.** Mehr als 20 Pollenblätter in jeder Blüte, welche von dem Rande des becherförmigen Blütenbodens ausgehen, und deren Ansatzpunkte daher höher als jene des Stempels oder der Stempel zu stehen kommen; z. B. Rose (Rosa), Mandelbaum (Amygdalus), Gewürzstrauch (Calycanthus; s. Abbildung, S. 292, Fig. 3; Chrysobalanos; s. Abbildung, S. 292, Fig. 4).

13. Klasse: **Polyandria.** 20—100 Pollenblätter in jeder Blüte, welche unter dem Ansatzpunkte des Stempels entspringen; z. B. Mohn (Papaver), Linde (Tilia; s. Abbildung, S. 291, Fig. 1 und 2) und Windröschen (Anemone; s. Abbildung, S. 291, Fig. 3).

In die 14. und 15. Klasse werden von Linné alle Phanerogamen zusammengestellt, in deren Zwitterblüten die Pollenblätter ungleich lang sind, und zwar enthalten in der

14. Klasse: **Didynamia**, die Blüten vier Pollenblätter, wovon zwei länger und zwei kürzer sind; z. B. Fingerhut (Digitalis), das Löwenmaul (Antirrhinum; s. Abbildung, S. 291, Fig. 6), und in der

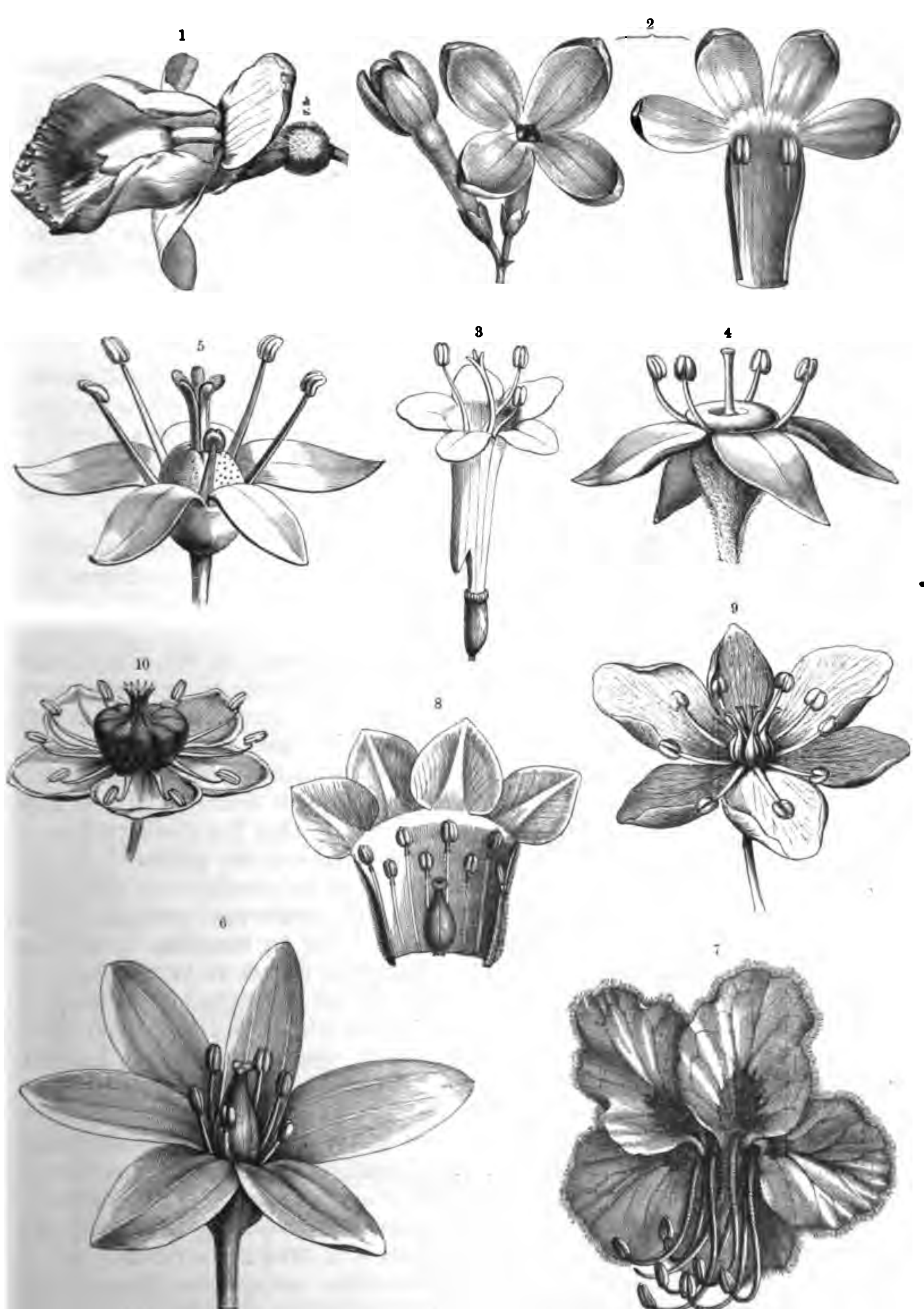
15. Klasse: **Tetradynamia**, die Blüten sechs Pollenblätter, wovon vier länger und zwei kürzer sind; z. B. Senf (Sinapis), Goldlack (Cheiranthus), Schaumkraut (Cardamine; s. Abbildung, S. 291, Fig. 7 und 8).

Die 16.—20. Klasse umfaßt alle jene Phanerogamen, deren Pollenblätter unter sich oder mit dem Stempel irgendwie verwachsen sind, und zwar werden unterschieden

16. Klasse: **Monadelphia.** Sämtliche Pollenblätter einer Blüte mittels der Antherenträger in eine Röhre verwachsen; z. B. Tamarinde (Tamarindus Indica; s. Abbildung, S. 291, Fig. 9), Eibisch (Althaea), Käsepappel (Malva), Baobab (Adansonia; s. Abbildung, S. 291, Fig. 10).

17. Klasse: **Diadelphia.** Die Pollenblätter jeder Blüte infolge teilweiser Verwachsung der Antherenträger zwei Gruppen bildend; z. B. Kreuzblümchen (Polygala), Erdrauch (Fumaria; s. Abbildung, S. 292, Fig. 5 und 6).





Vorbilder für die 1.—10. Klasse des Linnéschen Systems: 1. Alpinia. — 2. Syringa vulgaris. — 3. Valeriana officinalis. — 4. Cornus mas. — 5. Aralia Japonica. — 6. Gagea lutea. — 7. Aesculus Hippocastanum. — 8. Daphne Mezereum. — 9. Butomus umbellatus. — 10. Phytolacca decandra. — Sämtliche Figuren etwas vergrößert. Vgl. Text, S. 288.

18. Klasse: **Polyadelphia.** Die Pollenblätter jeder Blüte infolge teilweiser Verwachsung der Antherenträger drei bis mehrere Bündel bildend; z. B. Hartheu (Hypericum), Melaleuka (Melaleuca; s. Abbildung, S. 291, Fig. 4 und 5).

19. Klasse: **Syngenesia.** Die Antheren der Pollenblätter in jeder Blüte miteinander zu einer Röhre verwachsen; z. B. Lobelie (Lobelia), Habichtskraut (Hieracium; s. Abbildung, S. 112, Fig. 4 und 7).

20. Klasse: **Gynandria.** Die Pollenblätter mit dem Stempel verwachsen; z. B. die Orchideen: Phalaenopsis; s. Abbildung, S. 224, Fig. 1 und 2; Cypripedium; s. Abbildung, S. 249, Fig. 2; Epipactis; s. Abbildung, S. 255, Fig. 2 und 3; dann die Osterluzei (Aristolochia; s. Abbildung, S. 291, Fig. 11 und 12).

Nun kommen diejenigen Pflanzen an die Reihe, deren Blüten nicht zwitterig oder doch nur teilweise zwitterig sind, und von diesen werden unterschieden

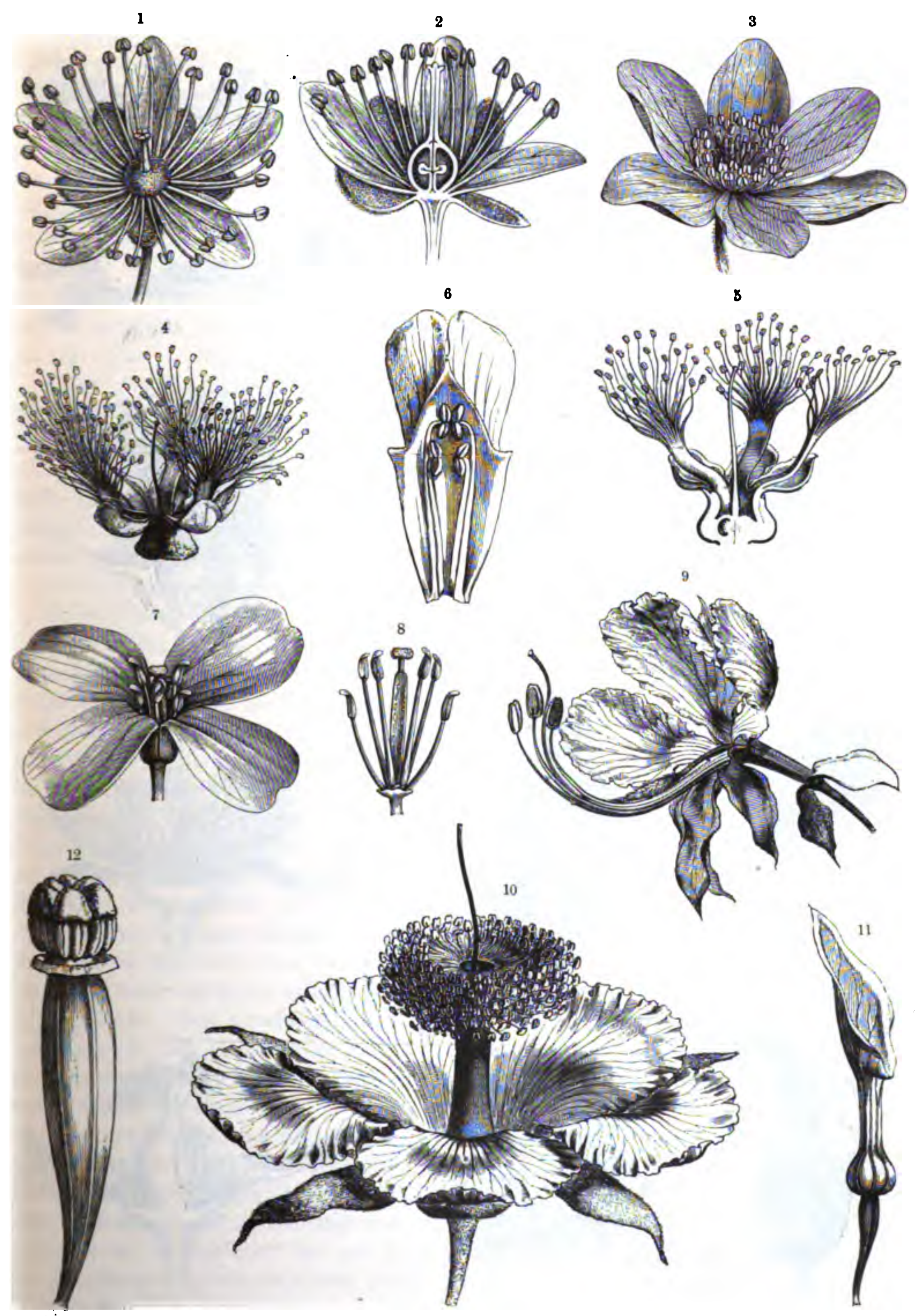
21. Klasse: **Monoecia.** Blüten einhäusig, d. h. die Blüten, welche nur Pollenblätter, und die Blüten, welche nur Stempel enthalten, zwar getrennt, aber doch auf einem Stocke, gewissermaßen in einem und demselben Hause wohnend; z. B. der Mais (**Zea Mays**), die Eiche (Quercus; s. Abbildung, S. 297), der Wunderbaum (Ricinus; s. Abbildung, S. 292, Fig. 7 und 8), Croton (s. Abbildung, S. 292, Fig. 11 und 12), Liquidambar (s. Abbildung, S. 292, Fig. 9 und 10).

22. Klasse: **Dioecia.** Blüten zweihäusig, d. h. die Blüten, welche nur Pollenblätter enthalten, auf einem besonderen Stocke, und ebenso die Blüten, welche nur Stempel enthalten, auf einem besonderen Stocke, also gewissermaßen in zwei Häuser verteilt; z. B. die Weide (Salix; s. Abbildung, S. 298).

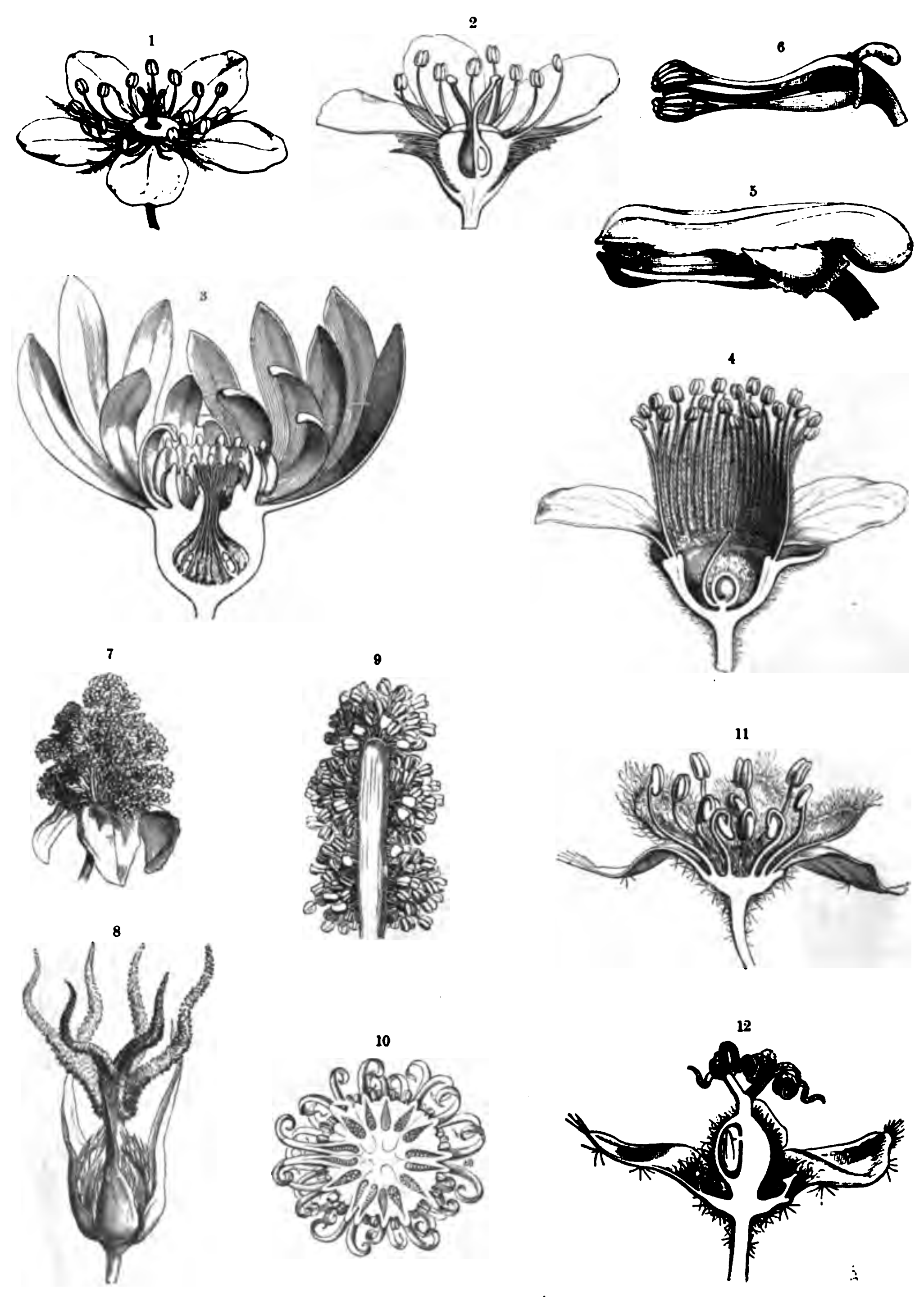
23. Klasse: **Polygamia.** Blüten vielehig, d. h. es finden sich Blüten mit Pollenblättern, Blüten mit Stempeln und Zwitterblüten bald auf demselben, bald auf verschiedenen Stöcken in mannigfacher Gruppierung; z. B. die Esche (Fraxinus; s. Abbildung, S. 136).

Die 24. Klasse, **Cryptogamia,** umfaßt die Kryptogamen.

Linné schrieb demnach 20 von 23 Klassen der Phanerogamen Zwitterblüten zu. Bei solchem Überwiegen schienen ihm die Zwitterblüten die Regel zu sein; er hielt sie für vollkommener als die eingeschlechtigen, brachte ihr Vorherrschen in unmittelbaren Zusammenhang mit der Fruchtbildung und glaubte die Vereinigung von Pollenblättern und Fruchtanlagen in einer Blüte am einfachsten und natürlichsten dadurch erklären zu können, daß infolge der unmittelbaren Nachbarschaft empfängnisfähiger und befruchtender Organe die Befruchtung viel leichter als bei räumlicher Trennung zu stande kommen werde und daher die Entstehung keimfähiger Samen am besten gesichert sei. Es hatte sich mit einem Worte die Vorstellung entwickelt und fand nachgerade als förmlicher Lehrsatz ihren Ausdruck, daß die Befruchtung in den Zwitterblüten mit der Übertragung des Pollens auf die derselben Blüte angehörende Narbe beginne, daß also ein Vorgang stattfinde, welchen wir jetzt mit dem Namen Autogamie bezeichnen. Spätere Untersuchungen hatten aber das Ergebnis zu Tage gefördert, daß manche Pflanzen nur scheinbar Zwitterblüten besitzen, daß in ihren Blüten zwar Pollenblätter und Fruchtanlagen dicht nebeneinander stehen, daß aber die Pollenzellen in den Antheren verkümmert sind und denselben die Fähigkeit abgeht, die Befruchtung einzuleiten. In anderen Blüten, welche man für zwitterig ansah, fand sich hinwiederum die Fruchtanlage so verändert, daß sie zur Erzeugung keimfähiger Samen nicht geeignet war. Auch wurde ermittelt, daß die zum Teile mit eingeschlechtigen, zum Teile mit Zwitterblüten ausgestatteten Pflanzen, welche Linné polygamische nannte und in der 23. Klasse zusammenfaßte, weit häufiger und in einer viel reicheren Abwechselung vorkommen, als früher angenommen wurde. Es ergab sich eine lange Reihe von Formen, deren eines Grenzglied die Pflanzen mit echten Zwitterblüten,



Vorbilder für die 13., 14., 15., 16., 18. und 20. Klasse des Linnéschen Systems: 1, 2. Tilia, ganze und halbierte Blüte. — 3. Anemone nemorosa. — 4, 5. Melaleuca, ganze und halbierte Blüte. — 6. Antirrhinum, obere Blütenhälfte. — 7. Cardamine pratensis. — 8. Dieselbe Blüte: die Blumenblätter entfernt. — 9. Tamarindus. — 10. Adansonia. — 11. Aristolochia Clematitis. — 12. Dieselbe Blüte, das Perigon entfernt. — Fig. 6, 9, 10, 11 in natürlicher Größe; die anderen Figuren etwas vergrößert. Vgl. Text, S. 288 und 290.



Vorbilder für die 11., 12., 17. und 21. Klasse des Linnéschen Systems: 1, 2. Agrimonia Eupatoria, ganze und halbierte Blüte. — 3. Calycanthus, Längsschnitt durch die Blüte. — 4. Chrysobalanus, Längsschnitt durch die Blüte. — 5. Fumaria officinalis, ganze Blüte. — 6. Dieselbe Blüte; die Blumenblätter entfernt. — 7. Pollenblüte, — 8. Fruchtblüte von Ricinus communis. — 9. Pollenblüten, — 10. Fruchtblüten von Liquidambar. — 11. Pollenblüte, — 12. Fruchtblüte von Croton; beide halbiert. — Sämtliche Figuren etwas vergrößert. Vgl. Text, S. 288 und 290.

deren anderes die zweihäufigen Pflanzen bilden. Eine erschöpfende Darstellung aller Glieder dieser Reihe zu geben, ist mit Rücksicht auf den hier zu Gebote stehenden Raum nicht möglich; da es aber doch für die späteren Erörterungen von Wichtigkeit ist, in diese Verhältnisse einen möglichst klaren Einblick zu gewinnen, so sollen im nachfolgenden wenigstens die wichtigsten Glieder der Reihe vorgeführt werden.

Als das eine Grenzglied der Reihe gelten also, wie erwähnt, die zweigeschlechtigen Blüten. Sie enthalten neben der Fruchtanlage immer auch eines oder mehrere Pollenblätter. In der Fruchtanlage entwickeln sich Samenanlagen, aus welchen nach erfolgter Befruchtung keimfähige Samen hervorgehen, und in den Antheren der Pollenblätter wird befruchtungsfähiger Pollen ausgebildet. Man hat diese zweigeschlechtigen Blüten Zwitterblüten genannt, und es empfiehlt sich, diesen Ausdruck dadurch noch bestimmter festzustellen, daß man sie als echte Zwitterblüten anspricht.

Den zweigeschlechtigen reihen sich die eingeschlechtigen Blüten an. Bezeichnend für sie ist, daß nur ein Teil der bei der Befruchtung beteiligten beiden Organe zur vollen Entwickelung gelangt ist und seiner Aufgabe nachkommen kann. Diejenigen eingeschlechtigen Blüten, welche nur Stempel mit entwickelungsfähigen Samenanlagen enthalten, und deren Pollenblätter fehlschlagen oder ganz fehlen, heißt man weibliche Blüten oder Fruchtblüten; jene, welche nur Pollenblätter mit befruchtungsfähigem Pollen umschließen, und deren Stempel fehlschlagen oder ganz fehlen, werden männliche Blüten oder Pollenblüten genannt. Es lassen sich vier Formen dieser eingeschlechtigen Blüten unterscheiden: 1) Scheinzwitterige Fruchtblüten, in welchen Stempel und Pollenblätter ausgebildet sind, und welche daher bei dem ersten Anblick den Eindruck von Zwitterblüten machen. Ihre Stempel enthalten befruchtungs- und entwickelungsfähige Samenanlagen, aber den Zellen, welche in dem Gewebe der Antheren zu stande kommen, geht die Fähigkeit ab, befruchtend zu wirken. 2) Scheinzwitterige Pollenblüten. Sie bilden das Gegenstück der scheinzwitterigen Fruchtblüten. Da auch in ihnen Stempel und Pollenblätter enthalten sind, könnte man sie gleichfalls für zwitterige Blüten halten, aber die genauere Untersuchung zeigt, daß hier die Fruchtanlagen nicht zu jener Ausbildung kommen, welche für das Entstehen keimfähiger Samen notwendig ist; die Samenanlagen und gewöhnlich auch die Narbe des Stempels bleiben in der Entwickelung zurück, während der Pollen in den Antheren seine volle Geschlechtsreife erlangt. 3) Reine Fruchtblüten. In denselben finden sich nur entwickelungsfähige Fruchtanlagen, während von Pollenblättern keine Spur zu sehen ist. 4) Reine Pollenblüten, das Gegenstück der reinen Fruchtblüten; sie enthalten Pollenblätter, in deren Antheren geschlechtsreifer Pollen entsteht, aber entbehren vollständig der Fruchtanlagen. Den eingeschlechtigen reihen sich noch die tauben Blüten an, welche der Fruchtanlagen und Pollenblätter entweder ganz entbehren und nur aus Blumenblättern zusammengesetzt sind, oder in deren Mitte die genannten Befruchtungsorgane in verkümmerter Gestalt geborgen sind.

Die hier vorgeführten Blütenformen sind durch zahlreiche Übergänge verkettet. In den Zwitterblüten des Knäuels (Scleranthus) sieht man nicht selten von den vier Pollenblättern zwei oder drei fehlschlagen; die Pollenblätter stehen zwar an der ihnen zukommenden Stelle, aber die Antheren sind geschrumpft und entbehren des geschlechtsreifen Pollens; nur eines oder zwei der Pollenblätter sind gut ausgebildet. Von den acht Pollenblättern der beliebten Zierpflanze Clarkea pulchella bilden gewöhnlich nur die vier zwischen den Kronenblättern stehenden einen befruchtungsfähigen Pollen aus, während die anderen vier verkümmerte Antheren besitzen. Bisweilen sind aber 5, 6, 7, ja selbst sämtliche Antheren fehlgeschlagen. Das unter dem Namen Hühnerdarm bekannte Unkraut Stellaria media zeigt in zwei fünfgliederigen Wirteln zehn Pollenblätter; aber nur selten tragen diese sämtlich

Antheren mit befruchtungsfähigem Pollen, gewöhnlich sind die fünf des inneren und gar nicht selten auch ein paar des äußeren Wirtels verschrumpft und ohne Pollen. Solche Fälle bilden deutliche Übergänge von den echten Zwitterblüten zu den scheinzwitterigen Fruchtblüten. Die Blütenköpfchen der Becherblume (Poterium polygamum) enthalten neben reinen Fruchtblüten und reinen Pollenblüten auch echte Zwitterblüten. In den reinen Pollenblüten sind meistens 16 Pollenblätter ausgebildet; die Zwitterblüten enthalten 8, 7, 6 und allmählich abnehmend mitunter auch nur 1 Pollenblatt. Die anderen Pollenblätter sind hier nicht verkümmert, sondern sind gar nicht angelegt und fehlen vollständig; thatsächlich ist von ihnen nicht die geringste Spur zu finden. Man kann solche Blüten ohne weiteres als Übergänge von echten Zwitterblüten zu reinen Fruchtblüten ansehen; denn denke man sich das Ausbleiben der Pollenblätter noch weitergehend, als soeben geschildert wurde, und gesetzt den Fall, es wäre auch das letzte Pollenblatt nicht angelegt worden, so würde sich die fragliche Blüte nicht mehr als Zwitterblüte, sondern als reine Fruchtblüte darstellen.

Ungemein mannigfaltig sind auch die Abstufungen in der Abteilung scheinzwitteriger Frucht- und Pollenblüten. Die Kratzdistel (Cirsium), die Mannaesche (Fraxinus Ornus), der Spargel (Asparagus officinalis), die Dattelpflaume (Diospyros Lotus), die Weinrebe (Vitis vinifera), mehrere Skabiosen, Steinbreche, Baldriane ꝛc. entfalten teilweise Blüten, welche man im ersten Augenblicke für echte Zwitterblüten zu halten versucht ist. Nicht nur, daß in ihnen deutliche, wohlausgebildete Fruchtanlagen vorhanden sind, auch Pollenblätter sind zu sehen, in deren Antheren mehr oder weniger Pollenzellen zur Entwickelung gelangt sind; aber Versuche, welche mit solchem Pollen angestellt wurden, haben ergeben, daß er, auf die Narben gebracht, keine Pollenschläuche entwickelt, und solche Blüten sind also trotz alledem nicht echte Zwitter, sondern nur Scheinzwitter. Dasselbe gilt von einem Teile der Blüten in den Rispen der Roßkastanien (Aesculus, Pavia) und einiger Arten des Ampfers (Rumex alpinus, obtusifolius ꝛc.) sowie von den Blüten im Mittelfelde der Köpfchen des Huflattichs, der Ringelblume und der Pestwurz (Tussilago, Calendula, Petasites), welche auch das Ansehen echter Zwitterblüten haben, aus deren Fruchtanlagen aber niemals Früchte mit keimfähigen Samen werden, weil die Narben nicht danach eingerichtet sind, daß der auf sie gebrachte geschlechtsreife Pollen Schläuche treiben könnte. Dagegen gibt es wieder viele Pflanzen, in deren Blüten bald die Fruchtanlage, bald wieder die Pollenblätter so sehr verkümmert sind, daß man sie erst bei sorgfältigster Untersuchung zu entdecken vermag. Die Taglichtnelke (Lychnis diurna) zeigt auf einigen ihrer Stöcke Blüten mit wohlausgebildeten Fruchtanlagen und belegungsfähigen Narben, aber die Pollenblätter derselben sind verschwindend klein, bilden dreieckige Gewebekörper in der Länge von kaum 1 mm und tragen an Stelle der Anthere ein kleines, glänzendes Knötchen ohne Pollen. Auf den anderen Stöcken entfaltet dieselbe Lichtnelke Blüten mit zehn Pollenblättern, deren lange, bandförmige Träger von großen Antheren mit geschlechtsreifem Pollen abgeschlossen sind; aber an Stelle der Fruchtanlage sieht man ein winziges Knötchen mit zwei Spitzen, durch welche die Narben angedeutet sind. Ähnlich verhält es sich auch mit den Blüten einiger Baldriane (Valeriana dioica, simplicifolia ꝛc.). In den Trauben des Bergahorns (Acer Pseudoplatanus) kann man alle erdenklichen Abstufungen von scheinzwitterigen Pollenblüten mit verhältnismäßig großen Fruchtanlagen zu solchen, in denen die Anlagen der Früchte verkümmert sind oder ganz fehlen, beobachten. Ich habe diese Fälle, welchen sich noch zahlreiche andere an die Seite stellen ließen, angeführt, um zu zeigen, daß es auch an Übergängen von scheinzwitterigen zu reinen Fruchtblüten und reinen Pollenblüten nicht fehlt, und füge nur noch hinzu, daß auch an Pflanzen mit tauben Blüten, zumal an mehreren Arten der Traubenhyazinthe (Muscari), Übergänge von echten Zwitterblüten

in **taube Blüten** beobachtet wurden. Ebenso ist hier noch jener merkwürdigen Gebilde, die man **Gallenblüten** genannt hat (s. S. 156—158), zu gedenken, welche eigentlich auch taube Blüten darstellen, und von denen bisweilen zweifellose Übergänge in reine Fruchtblüten vorkommen. Trotz dieser Übergänge, durch welche die Grenzen der verschiedenen Blütenformen einigermaßen verwischt sind, empfiehlt es sich, die für die einzelnen Formen in Anwendung gebrachten Namen festzuhalten, weil es sonst unmöglich wäre, die Verteilung der Geschlechter bei den Phanerogamen übersichtlich darzustellen.

Es wurde bereits erwähnt, daß sich die Botaniker ehemals damit begnügten, die Pflanzen mit Rücksicht auf die **Verteilung der Geschlechter** in solche mit zwitterigen, einhäusigen, zweihäusigen und polygamen Blüten zu unterscheiden (s. S. 290), daß aber diese Unterscheidung dem jetzigen Standpunkte unserer Kenntnisse nicht mehr vollständig entspreche. Ich will es nun versuchen, im nachfolgenden eine annähernde Übersicht über die hier in Frage kommenden äußerst verwickelten Verhältnisse zu geben, und mich dabei, soweit wie möglich, an die alte Einteilung halten.

Als **erste Gruppe** mag diejenige vorangestellt werden, deren **Arten an allen Stöcken ausschließlich echte Zwitterblüten** entwickeln. Ist dieselbe auch nicht so umfangreich, wie zur Zeit Linnés geglaubt wurde, so ist sie doch gewiß die ansehnlichste und umfaßt jedenfalls mehr als ein Drittel aller Phanerogamen. Als Beispiele können die auf S. 289, 291 und 292 abgebildeten Alpinie, Flieder, Hartriegel, Gelbstern, Seidelbast, Wasserviole, Kermesbeere, Odermennig, Linde, Windröschen, Schaumkraut, Baobab und Melaleuka gelten. Hieran schließt sich eine **zweite Gruppe** von **Arten, deren Stöcke neben echten Zwitterblüten auch scheinzwitterige Fruchtblüten tragen**, wie beispielsweise Oxyria digyna und Geranium lucidum. Die **dritte Gruppe** umfaßt jene **Pflanzenarten, deren Stöcke neben echten Zwitterblüten auch scheinzwitterige Pollenblüten** entwickeln. Während die zweite Gruppe nur spärlich vertreten ist, zählen in die dritte Hunderte von Arten aus den verschiedensten Familien. Besonders hervorzuheben sind der Lederblumenstrauch (Ptelea trifoliata), der Wiesenknöterich (Polygonum Bistorta), die Roßkastanien (Aesculus, Pavia), einige Aralien (z. B. Aralia nudicaulis), mehrere Arten des Labkrautes und des Waldmeisters (z. B. Galium Cruciata, Asperula taurina) und insbesondere viele Doldenpflanzen. Bei den letzteren ist die Anordnung und Verteilung der zweierlei Blüten für jede Gattung genau geregelt und hängt mit den Vorgängen bei der Übertragung des Pollens, beziehentlich mit der Kreuzung und der schließlichen Autogamie auf das innigste zusammen. Bei Anthriscus enthalten die Döldchen der mittelständigen Dolde vorwaltend echte Zwitterblüten, welche von einigen wenigen scheinzwitterigen Pollenblüten eingefaßt werden; die Döldchen der seitenständigen Dolde dagegen sind nur aus scheinzwitterigen Pollenblüten zusammengesetzt. Bei Caucalis sind die mittelständigen Döldchen ausschließlich aus scheinzwitterigen Pollenblüten aufgebaut, während die anderen Döldchen aus zwei echten Zwitterblüten und 4—7 scheinzwitterigen Pollenblüten gebildet werden. Bei Astrantia enthalten die großen mittelständigen Döldchen 12 von einigen wenigen scheinzwitterigen Pollenblüten umgebene echte Zwitterblüten, die seitenständigen kleineren Döldchen dagegen nur scheinzwitterige Pollenblüten. Athamanta cretensis, Chaerophyllum aromaticum und Meum Mutellina zeigen in sämtlichen Döldchen eine mittelständige echte Zwitterblüte, diese wird von scheinzwitterigen Pollenblüten und diese werden wieder von echten Zwitterblüten eingefaßt. Chaerophyllum Cicutaria und Laserpitium latifolium enthalten in sämtlichen Döldchen kurzgestielte scheinzwitterige Pollenblüten, welche von langgestielten echten Zwitterblüten eingefaßt sind. Turgenia latifolia zeigt in sämtlichen Döldchen 6—9 scheinzwitterige nichtstrahlende Blüten in der Mitte und 5—8 echte Zwitterblüten, die zugleich strahlend sind, am Umfange, und bei Sanicula europaea sind

in jedem Döldchen drei mittelständige echte Zwitterblüten von 8—10 scheinzwitterigen Pollenblüten umgeben. In der vierten Gruppe beherbergt jeder Stock neben echten Zwitterblüten auch reine Fruchtblüten. Hierher gehört eine große Menge von Korbblütlern, als deren Vorbild die Astern angesehen werden können (Aster, Bellidiastrum, Stenactis, Solidago, Bupthalmum, Inula, Arnica, Doronicum ꝛc.). Die röhrenförmigen Blüten des Mittelfeldes sind in jedem Köpfchen echte Zwitter, die zungenförmigen Blüten des Umkreises dagegen reine Fruchtblüten. Dieselbe Verteilung der Geschlechter findet man auch bei jenen Korbblütlern, für welche als Vorbilder die Gattungen Homogyne und Helichrysum gelten können, deren randständige Blüten nicht zungenförmig, sondern fädlich sind. Abgesehen von den genannten Korbblütlern, wird diese Anordnung nur selten beobachtet. Auffallenderweise ist sie an einer Art des Schwertels (Gladiolus segetum) zu sehen. Die fünfte Gruppe begreift jene Arten, welche an sämtlichen Stöcken neben echten Zwitterblüten auch reine Pollenblüten ausbilden. Beispiele sind der Germer (Veratrum), die Kaiserkrone (Fritillaria imperialis), die Schlangenwurz (Calla palustris) und zahlreiche Gräser aus den Gattungen Andropogon, Arrhenatherum, Hierochloa, Holcus und Pollinia. Einer sechsten Gruppe werden jene Arten zugezählt, welche an sämtlichen Stöcken neben scheinzwitterigen Pollenblüten reine Fruchtblüten tragen, aber der echten Zwitterblüten entbehren. In diese Gruppe gehören die Ringelblume (Calendula), der Huflattich (Tussilago) und die Falzblume (Micropus). Im Mittelfelde des Köpfchens stehen bei diesen Korbblütlern röhrenförmige scheinzwitterige Pollenblüten, im Umkreise zungenförmige oder fädliche reine Fruchtblüten. Auch das Edelweiß (Gnaphalium Leontopodium) sowie die Pestwurz (Petasites) reihen sich in diese Gruppe. Die Verteilung in den einzelnen Köpfchen ist aber bei diesen beiden zuletzt genannten Pflanzen eigentümlicher Art und von jener der anderen oben erwähnten Korbblütler abweichend. Von dem Edelweiß findet man nämlich dreierlei Formen. An der einen enthält das mittlere Köpfchen des ganzen Blütenstandes nur scheinzwitterige Pollenblüten, während die um dasselbe herumstehenden Köpfchen aus reinen Fruchtblüten zusammengesetzt sind, an der zweiten Form ist das mittelständige Köpfchen gleichfalls ganz und gar aus scheinzwitterigen Pollenblüten gebildet, aber in den Köpfchen des Umkreises sind die scheinzwitterigen Pollenblüten von reinen Fruchtblüten umgeben, und an der dritten Form enthalten sämtliche Köpfchen scheinzwitterige Pollenblüten, welche von reinen Fruchtblüten eingefaßt sind. An der Pestwurz zeigen alle Köpfchen im Mittelfelde scheinzwitterige Pollenblüten und am Umfange reine Fruchtblüten, aber merkwürdigerweise wechselt die Zahl dieser Blüten nach den Stöcken. Es gibt Stöcke, die sehr viele scheinzwitterige Pollenblüten und nur sehr wenige reine Pollenblüten in ihren Köpfchen haben und umgekehrt. Diese zweierlei Stöcke weichen in ihrem äußeren Ansehen sehr auffallend ab, und man könnte darum die Pestwurz bei flüchtiger Betrachtung auch für zweihäusig halten. Die siebente Gruppe begreift alle jene Arten, welche an sämtlichen Stöcken neben reinen Pollenblüten reine Fruchtblüten entwickeln, und die man früher insbesondere einhäusig nannte. Beispiele für diese umfangreiche Gruppe sind: Eiche (Quercus; s. Abbildung, S. 297), Hasel (Corylus; s. Abbildung, S. 145), Erle (Alnus; s. Abbildung, S. 133), Walnuß (Juglans; s. Abbildung, Band I, S. 700), Kiefer (Pinus; s. Abbildung, S. 142), mehrere Urticineen (Urtica urens, Pachysandra), zahlreiche Aroideen (Arum, Ariopsis, Arisema, Richardia ꝛc.), viele Palmen, eine Menge Sumpf- und Wasserpflanzen (Myriophyllum, Sagittaria, Sparganium, Typha, Zannichellia), einige Gräser (Heteropogon, Zea Mays) und insbesondere viele wolfsmilchartige und kürbisartige Gewächse. Die Arten der achten Gruppe zeigen an jedem Stocke nebeneinander dreierlei Blüten, echte Zwitterblüten, scheinzwitterige Fruchtblüten und scheinzwitterige Pollenblüten. Hierher gehören

verschiedene Ahorne (z. B. Acer Pseudoplatanus und platanoides), Sumache (z. B. Rhus Cotinus und Toxicodendron), Lorbeer (z. B. Laurus nobilis und Sassafras), mehrere Ampfer (z. B. Rumex alpinus und obtusifolius), das Glaskraut (Parietaria) und auch einige Steinbreche (z. B. Saxifraga controversa und tridactylites). Als Vorbild für die neunte Gruppe, zu welcher alle Arten gehören, welche an einem Stocke nebeneinander echte Zwitterblüten, reine Fruchtblüten und reine Pollenblüten tragen, mag die Esche (Fraxinus excelsior; s. Abbildung, S. 136) angesehen werden.

Es folgen nun jene Gruppen, an deren Arten zwei- oder dreierlei Blüten auf zwei oder mehreren Stöcken verteilt sind. Die Arten der zehnten Gruppe tragen auf dem einen Stocke echte Zwitterblüten, auf dem anderen scheinzwitterige Fruchtblüten. In diese Gruppe gehören zahlreiche Baldriane (z. B. Valeriana montana, Saliunca, supina), einige Dipsaceen (z. B. Scabiosa lucida, Knautia arvensis), mehrere Steinbreche (z. B. Saxifraga aquatica), die gepflanzte Weinrebe (Vitis vinifera), viele Nelkengewächse (z. B. Dianthus glacialis und prolifer, Lychnis Viscaria, Silene noctiflora) und insbesondere sehr zahlreiche Lippenblütler (z. B. Calaminta, Glechoma, Marrubium, Mentha, Origanum, Prunella, Thymus). In die elfte Gruppe werden jene Arten zusammengefaßt, welche auf dem einen Stocke echte Zwitterblüten, auf dem anderen scheinzwitterige Pollenblüten entwickeln, wie das an zahlreichen Ranunkulaceen (z. B. Anemone baldensis, Pulsatilla alpina, vernalis, Ranunculus alpestris, glacialis), an mehreren Rosifloreen (z. B. Dryas octopetala, Geum montanum und reptans), desgleichen an mehreren Rebenarten (z. B. Vitis silvestris, macrocirrha) der Fall ist. Die zwölfte Gruppe begreift jene Arten, welche an dem einen Stocke scheinzwitterige Fruchtblüten, an dem anderen scheinzwitterige Pollenblüten



Vorbild einer einhäusigen Pflanze: 1. Stieleiche (Quercus pedunculata); am oberen Teile des Zweiges Fruchtblüten, am unteren Teile Pollenblüten. — 2. Eine einzelne Fruchtblüte derselben Pflanze. — 3. Drei Pollenblüten derselben Pflanze. — Fig. 1 in natürlicher Größe; Fig. 2 und 3 vierfach vergrößert. Vgl. Text, S. 290 und 296.

entwickeln. Das wurde beobachtet an den Arten des Kreuzdornes aus der Rotte Carvispina (Rhamnus cathartica, saxatilis, tinctoria), an verschiedenen nelkenartigen Gewächsen (z. B. Lychnis diurna und vespertina), bei dem Spargel (Asparagus officinalis), der Rosenwurz (Rhodiola rosea), der Alpenjohannisbeere (Ribes alpinum) und der Kratzdistel (Cirsium). Auch das Katzenpfötchen (Gnaphalium dioicum) und die ihm verwandten Arten der Gattung Ruhrkraut (Gnaphalium alpinum, carpaticum) gehören hierher. Der dreizehnten Gruppe gehören die zahlreichen Arten an, welche auf dem einen



Vorbild einer zweihäusigen Pflanze: Bruchweide (Salix fragilis), 1. Zweig mit Fruchtblüten, — 2. Zweig mit Pollenblüten. — Natürliche Größe. Vgl. Text, S. 290.

Stocke reine Fruchtblüten, auf dem anderen reine Pollenblüten tragen, und welche von Linné zweihäusig genannt wurden. Beispiele sind: das Meerträubel (Ephedra), die Cycadeen, der Wachholder, die Eibe und der Ginkgo (Juniperus, Taxus, Ginkgo), zahlreiche Seggen (z. B. Carex Davalliana, dioica), die Vallisnerie (Vallisneria; s. Abbildung, Band I, S. 626), der Hanf und der Hopfen (Cannabis, Humulus), der Papiermaulbeerbaum (Broussonetia papyrifera; s. Abbildung, S. 135), das Bingelkraut (Mercurialis), einige Ampfer (Rumex Acetosa, Acetosella), der Sanddorn (Hippophaë), die Pappeln (Populus) und die Weiden (Salix), von welchen letzteren oben eine Abbildung eingeschaltet ist. Die vierzehnte Gruppe begreift jene Arten, welche auf einem Stocke echte Zwitterblüten, auf einem zweiten Stocke scheinzwitterige Fruchtblüten

und auf einem dritten Stocke scheinzwitterige Pollenblüten tragen. Die nelkenartigen Gewächse liefern für diese Gruppe viele Beispiele; namentlich wären hervorzuheben: Saponaria ocymoides, Silene acaulis, nutans, Otites, Saxifraga. Seltener findet sich diese Verteilung an Gentianeen, wie z. B. an Gentiana ciliata. An diese Gruppe schließt sich noch eine fünfzehnte an, in welche jene Arten zu stellen sind, deren dreierlei verschiedene Blütenformen auf verschiedenen Stöcken in vierfacher Weise gruppiert sind, so daß man viererlei Formen unterscheiden kann. Als Vorbild für dieselben möge die Bocksbart-Spierstaude (Spiraea Aruncus) vorgeführt sein. Diese Pflanze entwickelt echte Zwitterblüten, scheinzwitterige Fruchtblüten und Pollenblüten, in deren Mitte noch ein kleiner, spitzer Gewebekörper als letzter Rest einer verkümmerten Fruchtanlage zu sehen ist, und welche daher noch als scheinzwitterige Pollenblüten angesehen werden können. Diese dreierlei Blüten sind nun in folgender Weise verteilt. Einige Stöcke tragen nur scheinzwitterige Fruchtblüten, andere nur scheinzwitterige Pollenblüten, wieder andere neben echten Zwitterblüten auch scheinzwitterige Pollenblüten, und dann gibt es auch noch Stöcke, deren sämtliche Blüten echte Zwitterblüten sind.

Dieser Übersicht ist noch beizufügen, daß einige Arten, wenn auch nur selten, Abweichungen von der gewöhnlichen Verteilung der Geschlechter zeigen. So z. B. findet man von der zweihäusigen Nessel (Urtica dioica) mitunter Stöcke, welche reine Fruchtblüten und reine Pollenblüten nebeneinander tragen. An den Weiden wird bisweilen dasselbe beobachtet. Die Wirbelborste (Clinopodium vulgare) hat der Mehrzahl nach an sämtlichen Stöcken einer Gegend echte Zwitterblüten, aber es gibt auch Stöcke, an welchen in einigen Blüten die Antheren ganz oder teilweise verschwunden sind. Vitis cordata, von welcher im Wiener botanischen Garten nur Stöcke mit Pollenblüten gezogen werden, entwickelte viele Jahre hindurch thatsächlich nur Pollenblüten, aber in vereinzelten Jahren erschienen an diesen Stöcken neben den Pollenblüten auch noch echte Zwitterblüten. An den mit Fruchtblüten besetzten Stöcken des zweihäusigen Bingelkrautes (Mercurialis annua) wurden wiederholt einzelne Pollenblüten beobachtet, und bei Lychnis diurna und vespertina findet man mitunter auch reine Pollenblüten und vereinzelte echte Zwitterblüten. In den Blütenständen des Ricinus communis kommen ab und zu zwischen den reinen Fruchtblüten und reinen Pollenblüten einzelne echte Zwitterblüten vor, und an manchen Stöcken der Saponaria ocymoides hat man nebeneinander scheinzwitterige Pollenblüten, scheinzwitterige Fruchtblüten und echte Zwitterblüten gesehen.

Durch die hier mitgeteilten Ergebnisse neuerer Forschungen erfährt die im Linnéschen Pflanzensysteme zum Ausdrucke gebrachte Angabe, daß die weitaus größte Mehrzahl der Phanerogamen nur Zwitterblüten trage, keine Bestätigung, und damit entfallen auch die von Linné aufgestellten Hypothesen über die Vollkommenheit und die Bedeutung dieser Blüten.

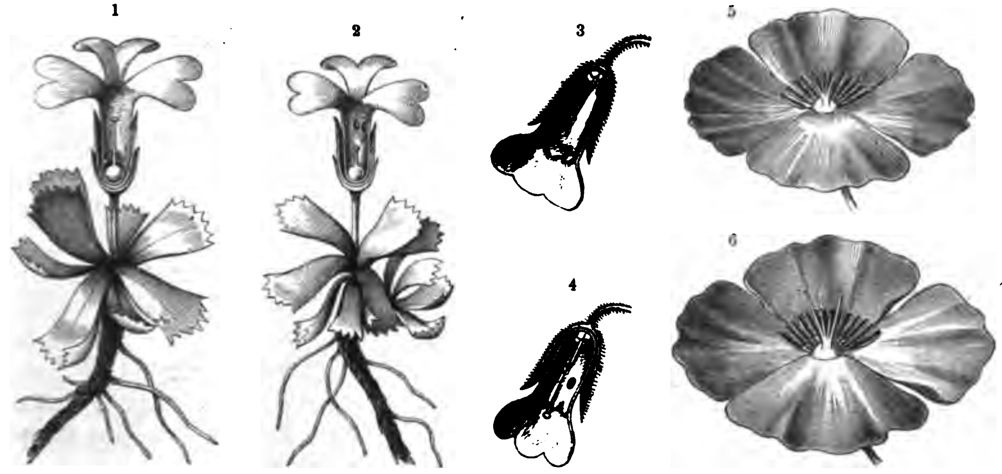
Wenn aber, wie sich nun herausstellt, die räumliche Trennung der Geschlechter in der Pflanzenwelt eine so weitverbreitete Erscheinung ist, so muß mit derselben doch irgend ein Vorteil verbunden sein, und dieser Vorteil kann wohl nur in dem Zustandekommen der Kreuzung liegen. Man versteht unter Kreuzung bei den Phanerogamen die Übertragung männlicher Geschlechtszellen aus der einen auf die Narben der die weiblichen Geschlechtszellen bergenden Fruchtanlage einer anderen Blüte und unterscheidet einartige und zweiartige Kreuzung. Die einartige Kreuzung findet dann statt, wenn mit dem Pollen einer Blüte die Narbe in einer zweiten räumlich getrennten, aber doch derselben Art angehörenden Blüte belegt wird. Von zweiartiger Kreuzung spricht man dann, wenn mit dem Pollen einer Blüte die Narbe in der Blüte einer anderen Art belegt wird. Selbstverständlich sind bei dem letzteren Vorgange, welcher auch Bastartierung genannt wird, die beiden beteiligten Blüten räumlich getrennt. Von der einartigen

Kreuzung mag man noch zwei Fälle auseinander halten, nämlich Geitonogamie, wenn die beiden sich kreuzenden Blüten unmittelbare Nachbarn sind und auf einem und demselben Stocke stehen, und Xenogamie, wenn die beiden sich kreuzenden Blüten zwar verschiedenen Stöcken, aber doch derselben Art angehören.

Wenn die Verteilung der Geschlechter auf verschiedene Stöcke oder auf verschiedene Blüten eines Stockes als ein Vorteil, ja als eine Bedingung für das Zustandekommen der Kreuzung bezeichnet wurde, so ist damit durchaus nicht gesagt, daß sie die einzige Einrichtung sei, welche Bastartierung, Xenogamie oder Geitonogamie im Gefolge hat. Es steht vielmehr außer Frage, daß auch in echten Zwitterblüten dasselbe Ziel erreicht werden kann, d. h. daß sich auch Pflanzen kreuzen können, deren sämtliche Blüten befruchtungsfähige Pollenzellen und entwickelungsfähige Fruchtanlagen enthalten. Allerdings sind hierzu gewisse Anordnungen in den betreffenden Zwitterblüten notwendig, und es soll die Aufgabe der folgenden Zeilen sein, die auffallendsten derselben, durch einige Beispiele erläutert, vorzuführen. In einigen Fällen erscheint die Kreuzung durch die gegenseitige Stellung und Lage der in einer echten Zwitterblüte vereinigten zweierlei Geschlechtsorgane angestrebt. Wenn in einer Blüte vom Beginne bis zum Schlusse des Blühens die Narbe eine solche Lage einnimmt, daß sie zwar von den einkehrenden Insekten gestreift, aber mit dem Pollen der zunächst stehenden Antheren von selbst nicht belegt werden kann, so darf von der betreffenden Blüte wohl angenommen werden, daß sie auf Kreuzung berechnet sei. So verhält es sich z. B. bei der weißen Lilie (Lilium album), der Taglilie (Hemerocallis flava und fulva), der Berglilie (Anthericum) und zahlreichen Zwiebelpflanzen des Kaplandes (Amaryllis, Albuca ꝛc.). Die Blüten derselben sind mit ihrer Eingangspforte nach der Seite gerichtet, und der Griffel ragt so weit über die mit haftendem Pollen beladenen Antheren hinaus, daß seine Narbe von diesem Pollen zu keiner Zeit etwas erhält. Wenn dagegen anfliegende Tiere den weit vorragenden Griffel als Anflugsstange benutzen, und wenn diese Tiere mit Pollen beladen von anderen Blüten herkommen, so ist eine Belegung der Narbe mit fremdem Pollen, beziehentlich eine Kreuzung unvermeidlich. Dasselbe gilt von verschiedenen Asperifoliaceen (z. B. Echium), Skrofularineen (z. B. Paederota Ageria), Windlingen (z. B. Convolvulus sepium, silvaticus, lucanus), Kaprifoliaceen (z. B. Linnaea borealis), Rhododendreen (z. B. Rhododendron Chamaecistus) und Nopalen (z. B. Mamillaria, Echinocactus). Auch mehrere mit der Eingangspforte himmelwärts gerichtete Blüten (z. B. Lilium bulbiferum, Glaucium luteum, Gentiana Bavarica, nivalis, verna) zeigen dasselbe Verhältnis ihrer Antheren und Narben. In den Blüten des Seidelbastes (Daphne Mezereum) befindet sich die Narbe nicht vor und über den Antheren, wie bei den bisher besprochenen Pflanzen, sondern bildet den Abschluß eines im Grunde der Blumenröhre stehenden Fruchtknotens, und die mit haftendem Pollen beladenen Antheren sind der Blumenröhre oberhalb der Narbe eingefügt. In aufrechten Blüten mag bisweilen etwas Pollen aus diesen Antheren, zumal bei dem Schrumpfen derselben am Ende der Blütezeit, auf die Narbe hinabfallen; aber die Mehrzahl der Seidelbastblüten steht wagerecht von den Zweigen weg, und in diesen ist es kaum möglich, daß der haftende Pollen von selbst auf die Narben kommt, obschon der Abstand der Antheren und Narben nicht mehr als ein paar Millimeter beträgt. Die Blüten des Seidelbastes sind aber so reichlich von Bienen besucht, daß die meisten Narben mit fremdem Pollen belegt werden und insofern vielfache Kreuzungen stattfinden. Auch bei der Mehrzahl der Orchideen gelangt der Pollen aus seinem Verstecke nur durch Vermittelung der Insekten und wird von diesen kaum jemals auf die dicht nebenanstehende, sondern regelmäßig auf die Narbe einer anderen Blüte übertragen.

Ein eigentümliches Verhältnis zeigen diejenigen Pflanzenarten, welche man heterostyl genannt hat. Mehrere Gentianeen (z. B. Menyanthes trifoliata, Gentiana Rhaetica und

Germanica), die verschiedenen Arten des Bergflachses (Thesium), zahlreiche Primulaceen (z. B. Androsace, Aretia, Gregoria, Hottonia, Primula; s. untenstehende Abbildung, Fig. 1 und 2), desgleichen viele Asperifoliaceen (z. B. Myosotis, Mertensia, Pulmonaria; s. untenstehende Abbildung, Fig. 3 und 4) und verschiedene andere tragen an dem einen Stocke Blüten mit verhältnismäßig kurzem Griffel, und es stehen in diesen Blüten die Antheren oberhalb der Narbe; an einem anderen Stocke entwickeln dieselben Pflanzenarten nur Blüten mit verhältnismäßig langem Griffel, und in solchen Blüten stehen die Antheren unterhalb der Narbe. Im Beginne des Blühens können die Narben solcher Blüten weder aus den über, noch aus den unter ihnen stehenden Antheren Pollen von selbst erhalten. Dagegen wird zu dieser Zeit ein Insekt, welches bei dem Einführen seines Rüssels in einer kurzgriffeligen Blüte die um den Schlund der Blumenkrone herumstehenden Antheren streift und sich dabei Pollen auflabet, diesen Pollen bei dem darauffolgenden Einfahren in eine lang-



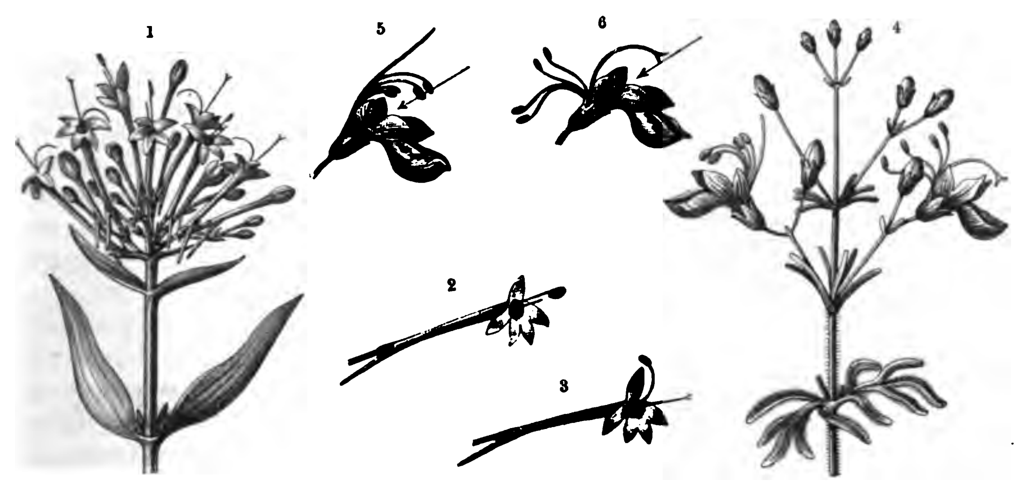
Heterostyle Blüten: 1. Stock der Primula minima mit einer langgriffeligen Blüte. — 2. Stock derselben Pflanzenart mit einer kurzgriffeligen Blüte. — 3. Kurzgriffelige, — 4. langgriffelige Blüte der Pulmonaria officinalis. — 5. Kurzgriffelige, — 6. langgriffelige Blüte der Eschscholtzia Californica. — Sämtliche Figuren in natürlicher Größe. Vgl. Text, S. 302.

griffelige Blüte pünktlich auf die Narbe bringen, weil ja diese Narbe genau in derselben Höhenregion der Blüte steht wie der Antherenkreis in der kurzgriffeligen Blüte. Daß auch umgekehrt der Pollen, welcher in der Mittelhöhe der Kronenröhre einer langgriffeligen Blüte an den Rüssel eines honigsaugenden Insektes angeklebt wurde, bei dem folgenden Besuche einer kurzgriffeligen Blüte an die Narbe des bis zu derselben Höhe emporragenden Griffels abgestreift wird, braucht kaum ausführlicher geschildert zu werden. Ich komme ohnedies im nächsten Kapitel auf die Heterostylie nochmals zurück, und es genügt daher, hier zu erwähnen, daß es auch Pflanzen gibt, deren Narben und Antheren dreierlei Gruppierungen zeigen, daß z. B. bei dem Weideriche (Lythrum Salicaria) die Blüten des einen Stockes lange, die des zweiten Stockes mittlere und die des dritten Stockes kurze Griffel haben, und daß die in zwei Kreisen geordneten Antheren bei dieser Pflanze in den langgriffeligen Blüten unterhalb der Narben zu stehen kommen, während in den mittelgriffeligen Blüten die Antheren einen Kreis oberhalb und einen unterhalb der Narben bilden und in den kurzgriffeligen Blüten beide Antherenkreise über die Narben gestellt sind. Ebenso soll hier auch nur in Kürze darauf hingewiesen werden, daß die oben abgebildete Eschscholtzia in ihren Blüten ungleich lange Griffel entwickelt, nämlich in einigen durch bedeutenderen Umfang ausgezeichneten Blüten zwei längere und zwei kürzere, von welchen die ersteren ihren Pollen von

anderen Blüten erhalten und auf Kreuzung berechnet sind, während die letzteren mit dem Pollen aus den dicht neben ihnen stehenden Antheren belegt werden (s. Abbildung, S. 301, Fig. 6), und dann noch in den anderen, etwas kleineren Blüten vier Griffel, die sämtlich so kurz sind, daß sie über die den Pollen liefernden Antheren nicht hinausragen (s. S. 301, Fig. 5). Auch der merkwürdigen Ranunkulaceen und Rosifloreen (**Anemone baldensis, Pulsatilla alpina, vernalis, Ranunculus alpestris, glacialis, Geum montanum, reptans** ꝛc.), welche neben den scheinzwitterigen Pollenblüten zweierlei Zwitterblüten entwickeln: solche mit großen Fruchtköpfchen und kurzen wenigen Pollenblättern und solche mit kleinen Fruchtköpfchen und längeren zahlreichen Pollenblättern, soll hier nur flüchtig gedacht und nur so viel erwähnt sein, daß die ersteren auf Kreuzung, die letzteren auf Autogamie berechnet sind.

Eine andere die Kreuzung erzielende Einrichtung ist der **Platzwechsel der Antheren und Narben**. Obschon in diesem Buche wiederholt erwähnt (s. S. 251 und 276), muß derselbe hier nochmals besprochen werden, weil er eine der wichtigsten zur Kreuzung der Zwitterblüten führenden Einrichtungen darstellt und eigentlich nur im Hinblicke auf dieses Ziel verstanden werden kann. Im wesentlichen vollzieht sich dieser Platzwechsel in folgender Weise. Jene Stelle, welche eine Zeitlang von der belegungsfähigen Narbe eingenommen wurde, erscheint späterhin von den pollenbeladenen Antheren besetzt und umgekehrt. Da diese Stelle knapp an dem Wege liegt, welcher den honigsaugenden Insekten zur Einfahrt dient, so streifen die Insekten in der einen Blüte nur die Narben, in der anderen nur die Antheren, was dann unvermeidlich zur Kreuzung führt. Entweder wird der Platzwechsel durch Neigen, Krümmen und Verschieben der Antherenträger oder durch ähnliche Richtungsänderungen der Griffel veranlaßt. Auch kommt es vor, daß sowohl die Antherenträger als die Griffel in derselben Blüte ihre Lage ändern und ihre Stelle förmlich vertauschen. Es lassen sich nicht weniger als zehn verschiedene Fälle des Platzwechsels unterscheiden. An einer Gruppe von Pflanzen, für welche der Zwerglauch (Allium Chamaemoly) als Beispiel gewählt sein mag, sieht man inmitten der eben geöffneten Blüte die belegungsfähige Narbe, während die Antheren seitlich an die Perigonblätter angedrückt sind. Später, wenn die Antheren sich geöffnet haben und Pollen ausbieten, rücken sie infolge eigentümlicher Bewegung ihrer fadenförmigen Träger gegen die Mitte vor, stellen sich dicht vor die Narbe und bilden einen gelben Knäuel, welcher von den in die Blüte einfahrenden Insekten notwendig gestreift werden muß, während früher ebendort nur die Narbe gestreift werden konnte. Bei einer zweiten Gruppe, in welche mehrere Gentianeen (**Gentiana asclepiadea, ciliata, Pneumonanthe**), die meisten Malvaceen (**Abutilon, Malva**), die zahlreichen Arten des Eisenhutes (**Aconitum**), der Funkie (**Funkia**) und der Spornblume (**Centranthus**) gehören, sieht man an den jungen Blüten dicht an dem zum Honig führenden Wege den Pollen ausgeboten; bald nur von einer einzigen Anthere (s. Abbildung, S. 303, Fig. 1—3), bald von fünf oder sechs, mitunter auch von sehr vielen, die zusammengenommen ein ganzes Bündel darstellen. Die Narben stehen anfänglich versteckt hinter, beziehentlich unterhalb der Antheren. Später krümmen sich die Träger der Antheren im Halbbogen zurück und die Narben werden entblößt. Ist nur eine einzige Narbe vorhanden, welche bisher hinter der Anthere versteckt war, wie bei der Spornblume, so wird natürlich nur diese einzige Narbe entblößt (s. Abbildung, S. 303, Fig. 2 und 3). Wenn nun Insekten zum Honig einfahren, so streifen sie an die entblößten Narben gerade so, wie sie früher an die Antheren streifen mußten. Die dritte Gruppe umfaßt die Arten der Gattungen Schwertel (**Gladiolus**), Akanthus (**Acanthus**), Penstemon (**Penstemon**) und Salbei (**Salvia**; s. Abbildung, S. 262). In den seitlich eingestellten Blüten dieser Pflanzen liegen Griffel und Narben angeschmiegt dem dachförmigen Teile der Blumen oberhalb der Antheren, später aber neigt und krümmt sich der Griffel herab, und es kommen dadurch die Narben knapp an die Zufahrtslinie zum Honig zu stehen, so

zwar, daß die Insekten, welche diese Zufahrtslinie einhalten, in der jungen Blüte Pollen aufladen, in den alten Blüten Pollen abladen und Kreuzungen veranlassen. Bei der vierten Gruppe, in welche die Gattungen **Allionia** und **Phalangium** gehören, steht im Beginne des Blühens die Narbe am Ende des weit vorgestreckten Griffels vor den Antheren, und wenn jetzt Insekten zu den Blüten anfliegen, so ist es unvermeidlich, daß sie zunächst diese Narbe berühren. Später biegt sich der Griffel unter einem Winkel von 80—90 Grad nach der Seite, wodurch die Narbe aus der zum Honig führenden Zufahrtslinie geschafft wird. Wenn jetzt Insekten anfliegen, so kommen sie nur mit den pollenbedeckten Antheren in Berührung. In den Blüten der fünften Gruppe, für welche die Gattung Gamander (**Teucrium**; s. untenstehende Abbildung, Fig. 4—6) als Beispiel gelten kann, zeigt der Platzwechsel eine gewisse Ähnlichkeit mit jenem der Spornblume, insofern nämlich, als auch hier die fadenförmigen Antherenträger in der ersten Zeit des Blühens so eingestellt sind, daß sich ihre Antheren



Platzwechsel der Antheren und Narben: 1. Blütenstand der Spornblume (Centranthus ruber). — 2. Einzelne Blüte der Spornblume kurze Zeit nach der Entknospung. — 3. Dieselbe Blüte in einem späteren Blütenstadium. — 4. Blütenstand des Teucrium orientale. — 5. Einzelne Blüte derselben Pflanze, kurze Zeit nach der Entknospung. — 6. Dieselbe Blüte in einem späteren Stadium. — Fig. 1 und 4 in natürlicher Größe; Fig. 2, 3, 5 und 6 etwas vergrößert. Vgl. Text, S. 302

den zum Blütengrunde einfahrenden Insekten in den Weg legen, späterhin aber zurückkrümmen, den Insekten aus dem Wege gehen und zugleich die Narben entblößen; aber es besteht doch anderseits ein bemerkenswerter Unterschied, indem bei dem Gamander auch der Griffel seine Richtung und Lage ändert, sich bogenförmig krümmt und sich so herabneigt, damit die Narben genau an jene Stelle kommen, wo früher die Antheren gestanden hatten. In den Blüten der sechsten Gruppe, als deren Vorbilder das Basilienkraut (**Ocymum Basilicum**) und die bekannte Kletterpflanze **Cobaea scandens** angesehen werden mögen, findet ein ganz ähnlicher Platzwechsel wie bei dem Gamander statt, nur krümmen sich da die Träger der Antheren nicht nach aufwärts und die Griffel nicht nach abwärts, sondern umgekehrt; im Anfange des Blühens stehen die Antheren entlang dem Zugange zum Honig des Blütengrundes, später aber sinken sie von dem Zugange weg nach abwärts, während der Griffel sich bogenförmig emporhebt und die Narbe genau an denselben Platz bringt, welchen früher die Antheren innehatten. Der merkwürdige Platzwechsel der Narben und Antheren bei den Pflanzen der siebenten durch die Tollkirsche (**Atropa**), die Skopolie (**Scopolia**), das Bilsenkraut (**Hyoscyamus**) und den Alraun (**Mandragora**) vertretenen Gruppe wurde bereits S. 277 besprochen und durch die Abbildung auf S. 279, Fig. 8 und 9, erläutert. In den jungen Blüten steht die Narbe in der Mitte der Blüten, und es sind die Antheren an die Wand

der Blumenkrone gelehnt, in den alt gewordenen Blüten stehen die Antheren in der Blütenmitte, und es hat sich der Griffel an die Wand gedrückt. Für die achte Gruppe gelten als Beispiele die strauchförmigen Geißblattarten Lonicera alpigena, nigra und Xylosteum sowie die Gattung Scrophularia. Ihre Blüten sind seitlich gerichtet; anfänglich ragt der gerade Griffel aus der Mitte der Blüte hervor, und die Narbe erscheint unmittelbar an die zum Honig führende Zufahrtslinie gestellt, die Antheren stehen bei Lonicera noch oberhalb dieser Linie und befinden sich bei Scrophularia am Ende halbkreisförmig zurückgekrümmter Träger in der Höhlung der krugförmigen Blumenkrone geborgen. Später wird die Narbe von der erwähnten Zufahrtslinie weggerückt und zwar dadurch, daß sich der Griffel bogenförmig oder knieförmig nach abwärts krümmt; dagegen erscheinen jetzt die Antheren an der bisher von der Narbe eingenommenen Stelle, was durch eine entsprechende Streckung und Richtungsänderung der Antherenträger geschieht. Die Nieswurz (Helleborus), welche als Vorbild für die neunte Gruppe dienen kann, hat verhältnismäßig große, honigreiche Blüten. Der Honig befindet sich nicht wie bei den anderen im vorhergehenden besprochenen Pflanzen in der Blütenmitte, sondern wird in tütenförmigen Behältern ausgeschieden, welche im Umkreise der Pollenblätter stehen. Dem entsprechend steuern die honigsaugenden Insekten auch nicht der Mitte, sondern dem Umkreise der Blüten zu, und hieraus erklärt sich weiterhin, daß die Narben und Antheren, welche von den Insekten gestreift werden sollen, in einem entsprechenden Umkreise eingestellt sind. Nach dem Öffnen der Blume erscheinen die Griffel spreizend und so gekrümmt, daß die Narben über den Honigbehältern stehen. Die Antheren sind in der Blütenmitte zusammengedrängt und werden von den anfliegenden Insekten nicht berührt. Später strecken sich die Griffel gerade und bewegen sich gegen die Mitte der Blüte, dagegen haben sich die Träger der Antheren verlängert und dabei eine solche Richtung eingehalten, daß die Antheren über den Honigbehältern zu stehen kommen und dort von den honigsaugenden Insekten gestreift werden müssen. Für die zehnte Gruppe möchte ich die Raute (Ruta; s. obenstehende Abbildung) als Beispiel wählen. Die Blüte enthält zehn Antheren, welche von steifen, sternförmig gruppierten Fäden getragen werden. Von diesen Fäden biegt sich zunächst einer in die Höhe, stellt die von ihm getragene Anthere in die Mitte der Blüte an die Zufahrtslinie, welche zu dem von einem fleischigen Ringe an der Basis des Stempels abgesonderten Nektar führt, erhält sich so nahezu einen Tag, biegt sich aber dann wieder zurück und nimmt die frühere Lage ein. Während sich das erste Pollenblatt zurückbiegt, erhebt sich ein zweites und macht wieder denselben Weg hin und zurück. Und so geht das fort, bis nach und nach alle zehn Antheren in der Mitte der Blüte gestanden haben. Wenn endlich auch das zehnte Pollenblatt sich wieder zurückgebogen hat, so ist in der Blütenmitte die inzwischen belegungsfähig gewordene Narbe an demselben Platze zu sehen, wo früher, der Reihe nach, die Antheren ihren Pollen ausboten.



Blüte der Weinraute (Ruta graveolens), dreifach vergrößert. (Nach Baillon.)

Ein an den Platzwechsel der Narben und Antheren sich anschließender, mit der Kreuzung von Zwitterblüten in Verbindung zu bringender Vorgang ist das Ablösen und Abfallen der Narben zur Zeit des Öffnens der um die Narbe herumstehenden Antheren. Ich wähle als Vorbild für diesen Fall das zu den Nesseln gehörige Glaskraut (Parietaria; s. Abbildung, S. 305, Fig. 2—4). In den Zwitterblüten dieser Pflanze entwickelt sich die Narbe immer schon vor dem Öffnen der Blume, und man sieht darum zu Beginn des Blühens die sprengwedelförmige Narbe aus der grünlichen Blütenknospe

herausragen (s. untenstehende Abbildung, Fig. 3). Die gekrümmten Träger der Antheren sind zu dieser Zeit wie Uhrfedern gespannt und von den zusammenschließenden kleinen grünlichen Blumenblättern verdeckt. Ehe noch diese Antherenträger aufschnellen und ihren Pollen als Staub in die Lüfte streuen, welkt die Narbe und schrumpft zusammen, der Griffel löst sich von dem Fruchtknoten mitsamt der verdorrten Narbe ab, und der Fruchtknoten endigt dann zur Zeit der Entbindung des Pollens aus den Antheren mit einem Spitzchen, welches nichts anderes als der verdorrte Rest des abgefallenen Griffels ist (Fig. 4).

Bei weitem häufiger als das Ablösen und Abfallen der Narbe bei beginnender Entbindung des Pollens aus den nebenstehenden Antheren ist das Abfallen der Antheren und Pollenblätter zur selben Zeit, in welcher die danebenstehenden Narben belegungsfähig werden. In den Blüten der Balsaminen (Impatiens glandulosa, Noli-



Vollkommen dichogame Blüten: 1. Geranium silvaticum mit vollkommen proterandrischen Blüten. — 2. Parietaria officinalis mit vollkommen proterogynen Blüten. — 3. Einzelne Blüte der Parietaria mit belegungsfähiger pinselförmiger Narbe und eingeschlagenen geschlossenen Antheren. — 4. Dieselbe Blüte in einem späteren Entwickelungsstadium; die Narbe ist abgefallen, die Antherenträger haben sich gestreckt, und die Antheren schleudern den stäubenden Pollen aus. — Fig. 1 und 2 in natürlicher Größe; Fig. 3 und 4 etwas vergrößert. Vgl. Text, S. 304 und 308.

tangere, tricornis 2c.) sind die Antheren miteinander verwachsen und bilden eine Art Kappe, welche sich über die Narbe wölbt. Nachdem sich die Blüte geöffnet hat und für die anfliegenden Insekten zugänglich geworden ist, springen sofort die Antheren auf, und man sieht am Eingange der Blüte nur die aus den aufgesprungenen Antheren gebildete Kappe. Späterhin lösen sich die Träger der Antheren ab, und die Antherenkappe fällt aus der Blüte heraus. Nun sieht man in der Mitte der Blüte nur die Narbe, welche inzwischen belegungsfähig wurde. Die großblütigen Arten der Gattung Reiherschnabel (z. B. Geranium argenteum, pratense, silvaticum; s. obenstehende Abbildung, Fig. 1) zeigen ein ähnliches Verhältnis. Fast gleichzeitig mit dem Öffnen der Blüte springen ein paar der bisher von den Kronenblättern verdeckten Antheren auf; in einer bestimmten Reihenfolge öffnen sich dann auch die übrigen und bieten nun sämtlich Pollen aus. Die Narben in der Mitte der Blüte schließen noch zusammen. Sobald sie sich zu trennen beginnen, fallen die Antheren von ihren Trägern ab, und man sieht nun die fünf belegungsfähigen spreizenden Narben nur noch von den der Antheren beraubten pfriemenförmigen Trägern umgeben. Dasselbe gilt von jenen Steinbrechen, für welche die S. 306 abgebildete Saxifraga rotundifolia (Fig. 1) als Vorbild dienen kann. Nach dem Auseinandergehen der Blumenblätter sieht man mehrere Tage

hindurch ein seltsames Spiel der Pollenblätter. Sobald sich eine Anthere öffnet, richtet sich ihr Träger straff in die Höhe (s. untenstehende Abbildung, Fig. 2), bleibt jedoch nur kurze Zeit in dieser Lage, neigt sich vielmehr schon am nächsten oder zweitnächsten Tage seitwärts und hält wieder jene Richtung ein, welche er früher eingenommen hatte. Die von ihm getragene Anthere fällt ab, oder, wenn sie als verschrumpftes Gehäuse an der Spitze des Fadens zurückbleibt, so hat sie doch ihren Pollen bereits verloren. Dieses Aufstellen und Niedersinken der Antherenträger trifft in einer bestimmten Reihenfolge alle Pollenblätter der Blüte. Erst wenn sie samt und sonders die Antheren, beziehentlich den Pollen, verloren haben, spreizen die beiden kurzen Griffel, welche bisher wie die beiden Branken einer Zange gekrümmt und mit ihren Narben aneinander gelegt waren, auseinander, und die Narben werden nun belegungsfähig (s. untenstehende Abbildung, Fig. 3). Auch das Studentenröschen (Parnassia palustris; s. Abbildung, S. 249, Fig. 4) sowie viele Mieren und Nelkengewächse (z. B. Alsine verna, Silene Saxifraga), desgleichen mehrere Baldriane (z. B. Valeriana officinalis) und Tulpen (z. B. Tulipa Didieri) zeigen dieselbe Entwickelungs-



Rundblätteriger Steinbrech (Saxitraga rotundifolia): 1. Ein Ästchen aus dem Blütenstande mit Blüten auf verschiedenen Entwickelungsstufen. — 2. Längsschnitt durch eine einzelne Blüte mit aneinander liegenden Narben und einem den Pollen ausbietenden Pollenblatte. Ein anderes Pollenblatt ist seiner Anthere beraubt, und weitere vier Pollenblätter haben noch geschlossene Antheren. — 3. Dieselbe Blüte in einem späteren Entwickelungsstadium; die Narben belegungsfähig. — Fig. 1 in natürlicher Größe; Fig. 2 und 3: 4—5fach vergrößert. Vgl. Text, S. 305.

folge und insbesondere dasselbe Abfallen der Antheren. Bei den Mieren und Nelken kommt es auch sehr häufig vor, daß sich die ihrer Antheren beraubten Fäden unter die Blumenblätter in einem halbkreisförmigen Bogen hinabkrümmen und sich so verstecken, daß man die betreffende Zwitterblüte bei flüchtiger Betrachtung leicht für eine reine Fruchtblüte halten könnte.

Was bei den Balsaminen, Steinbrechen, Studentenröschen, Mieren, Nelkengewächsen und noch zahlreichen anderen mit Zwitterblüten ausgestatteten Pflanzen durch das Abfallen der Antheren erzielt ist, wird wieder bei anderen dadurch erreicht, daß die Antheren einer Blüte in jenem Augenblicke, in welchem die Belegungsfähigkeit der nebenbei stehenden Narben beginnt, von den Blumenblättern verhüllt und überdeckt werden, so zwar, daß sie nicht mehr im stande sind, Pollen abzugeben. Die Folge hiervon ist aber, daß die Narben nur noch mit fremden Pollen belegt werden können, oder, was auf dasselbe hinausläuft, daß in diesen Zwitterblüten nur eine Kreuzung möglich ist. In den Zwitterblüten der Tradeskantien (Tradescantia crassula, Virginica &c.) öffnen sich die Antheren geraume Zeit, bevor die Narbe belegungsfähig wird. In der ersten Periode des Blühens kann daher aus den Blüten nur Pollen abgeholt werden. Sobald die Narben aber belegungsfähig geworden sind, rollen sich die Pollenblätter spiralig zusammen, und kurz darauf welken die Blumenblätter und überdecken als ein matsches, feuchtes Gewebe die von den eingerollten Fäden getragenen Antheren. Der Griffel ragt aus diesen Blüten noch immer straff empor, und die Narben erhalten sich den ganzen folgenden Tag belegungsfähig. Zu diesen Blüten kommen nun kleine Fliegen und andere kurzrüsselige Insekten angeflogen, um

dort den Saft der matschen Blumenblätter zu saugen, und bei dieser Gelegenheit wird die Narbe gestreift und mit Pollen belegt, welchen die Tiere von entfernten Blüten mitgebracht haben, während die Belegung mit dem Pollen der nebenanstehenden Antheren jetzt unmöglich ist. Merkwürdigerweise wird von den Blüten des Tradeskantienstockes, welche sich gleichzeitig am Morgen geöffnet haben, ein Teil bereits am Abende desselben Tages dauernd geschlossen, während ein anderer Teil noch den ganzen folgenden Tag geöffnet bleibt. Es scheint, daß diese offen bleibenden Blüten, in welchen die Fliegen an den saftstrotzenden Staubfadenhaaren naschen, den Pollen zu liefern haben, der auf die Narben der Blüten mit matschen, die Antheren verdeckenden Blumenblättern gebracht werden soll. Ein eigentümlicher Vorgang wird in den Blüten des Telephium Imperati, einer zu den Mieren gehörigen, in Südeuropa verbreiteten Pflanze, beobachtet. Im Anfange des Blühens schließen die Narben in der Mitte der Blüte fest zusammen; die um dieselben herumstehenden Antheren sind geöffnet und bieten Pollen aus, welcher von Insekten abgeholt wird. Damit nun später, wenn die Narben belegungsfähig geworden sind und sich auseinander legen, nicht etwa Pollen von den danebenstehenden Antheren auf die Narbe kommt, rücken die ausgehöhlten Blumenblätter, welche bisher sternförmig ausgebreitet waren, zusammen und verhüllen die Antheren, demzufolge nur Pollen von anderen jüngeren Blüten auf die belegungsfähige Narbe gebracht werden kann.

Durch die hier beschriebenen Einrichtungen ist in den Zwitterblüten dasselbe erreicht, was durch die Verteilung der zweierlei Geschlechtsorgane auf verschiedene Stöcke oder auf verschiedene Blüten desselben Stockes erzielt wird. In allen Fällen ist es die räumliche Trennung der von einer Art ausgebildeten zweierlei Geschlechtsorgane, welche durchgeführt erscheint. Ebenso wichtig wie die räumliche Trennung ist für das Zustandekommen der Kreuzung die *zeitliche Trennung* der bei der Befruchtung beteiligten zweierlei Geschlechtsorgane oder, besser gesagt, die *ungleichzeitige Geschlechtsreife* der von einer Art zur *Entwickelung gebrachten Pollenzellen, Narben und Samenanlagen*. In der Mehrzahl der Fälle gehen die räumliche und zeitliche Trennung der Geschlechter Hand in Hand, und darum mußte auch im vorhergehenden schon zu wiederholten Malen auf die ungleichzeitige Geschlechtsreife und die dadurch bedingte ungleichzeitige Paarungsfähigkeit hingewiesen werden. Man hat die ungleichzeitige Geschlechtsreife und Paarungsfähigkeit bei den Pflanzen *Dichogamie* genannt und unterscheidet *proterogyne* und *proterandrische* Dichogamie. Werden nämlich die Narben schon zu einer Zeit befähigt, den Pollen aufzunehmen, festzuhalten und das Treiben der Pollenschläuche zu veranlassen, wenn der Pollen in den Blüten der gleichen Art noch unreif in den Behältern der Antheren geborgen ist, so nennt man die betreffenden Pflanzenarten proterogyn; wird dagegen der Pollen aus den geöffneten Antheren schon zu einer Zeit entlassen, wenn die Narben der gleichen Art noch nicht geschlechtsreif, d. h. noch nicht geeignet sind, mit Pollen belegt zu werden, so wird die Pflanzenart proterandrisch geheißen. An dem traubenförmigen Blütenstande des schmalblätterigen Weidenröschens (Epilobium angustifolium), welcher in der Abbildung, S. 308, Fig. 1, dargestellt ist, sieht man zu oberst die Blüten noch geschlossen, etwas tiefer folgen drei Blüten, welche sich soeben geöffnet haben, und von welchen die mittlere von einer Hummel besucht ist, und noch tiefer abwärts stehen die Blüten, welche schon ein paar Tage hindurch geöffnet sind. In den kürzlich geöffneten Blüten sind die Antheren bereits mit Pollen bedeckt, die dem knieförmig herabgebogenen Griffel aufsitzenden Narben schließen noch zu einer Keule zusammen und sind nicht belegungsfähig, und diese Pflanze ist daher proterandrisch. Nebenbei ist die Blütentraube des zu den lilienartigen Gewächsen gehörigen Eremurus Caucasicus abgebildet. Auch da sieht man die obersten Blüten noch im Knospenzustande, die unterhalb dieser Knospen folgenden Blüten haben sich soeben geöffnet,

und noch tiefer abwärts folgen dann die älteren Blüten. In den eben erst aufgesprungenen Blüten sind die Antheren noch geschlossen und bieten keinen Pollen aus, aber die punktförmige Narbe, welche den bogenförmig nach aufwärts gerichteten Griffel abschließt, ist bereits belegungsfähig, und diese Pflanze ist daher proterogyn. Sowohl die proterogyne als die proterandrische Dichogamie kann vollkommen und unvollkommen sein. Vollkommen ist sie, wenn die Reife der Narben erst beginnt, nachdem der Pollen aus den zuständigen Antheren bereits durch den Wind oder durch blütenbesuchende Tiere entfernt wurde, so daß



Unvollkommen dichogame Blüten: 1. Epilobium angustifolium mit proterandrischen Blüten. — 2. Eremurus Caucasicus mit proterogynen Blüten. Vgl. Text, S. 307.

er in der gleichen Blüte nicht mehr befruchtend wirken kann, oder wenn die Narbe bereits welk, abgedorrt oder gar abgefallen ist, sobald die Antheren der gleichen Blüte, beziehentlich der gleichen Art sich öffnen, dem Pollen den Austritt gestatten oder denselben aus den Antheren ausschleudern, wie das z. B. an dem Glaskraute (s. Abbildung, S. 305, Fig. 2—4) der Fall ist. Unvollkommen ist die Dichogamie dann, wenn die Reife der zweierlei Geschlechtsorgane zwar nicht gleichzeitig eintritt, aber doch die Paarungsfähigkeit des einen Geschlechtes noch nicht erloschen ist, sobald jene des anderen Geschlechtes in den Blüten der betreffenden Art beginnt. Die unvollkommene Dichogamie läßt natürlich viele Abstufungen zu. Bei langlebigen Blüten kann der Vorsprung, welchen das eine Geschlecht vor dem anderen voraus hat, mehrere Tage dauern, bei kurzlebigen Blüten dagegen auf einige Stunden beschränkt sein. Die Schotengewächse haben samt und sonders proterogyne Blüten. Wenn

die Blumenblätter sich auseinander schieben, so wird in der Mitte der Blüte die bereits belegungsfähige Narbe sichtbar, während die um dieselbe herumstehenden Antheren noch geschlossen sind. Das dauert aber nur kurze Zeit, alsbald springen auch die Antheren auf, und nun sind beide Geschlechter paarungsfähig. Bei Lepidium Draba, Sisymbrium Sophia und noch zahlreichen anderen Arten beträgt der Zeitunterschied von dem Augenblicke, in dem die Narbe zugänglich wird, bis zu dem Augenblicke, wo die Antheren den Pollen auszubieten beginnen, nur 2—5 Stunden. Dasselbe gilt von zahlreichen Sonnenröschen, mohnartigen Gewächsen, Nopalen, Ranunkulaceen, Rosifloreen, Asperifoliaceen, Gentianeen, Ericineen und Valerianeen (z. B. Helianthemum alpestre, Glaucium luteum, Opuntia nana, Actaea spicata, Adonis vernalis, Atragene alpina, Clematis Vitalba, Potentilla caulescens, Cynoglossum pictum, Lithospermum arvense, Menyanthes trifoliata, Arctostaphylos uva ursi, Vaccinium Myrtillus, Valerianella dentata). Selbst die ephemeren, beziehentlich epinyktien Blüten zeigen der Mehrzahl nach Dichogamie. Die Blüten der Nachtblume (Mirabilis Jalappa) öffnen sich zwischen 7 und 8 Uhr abends; wenn sich der Saum der Blume ausbreitet, so ist die einem kleinen Pinsel vergleichbare Narbe bereits befähigt, Pollen aufzunehmen, aber die Antheren sind noch sämtlich geschlossen. Erst 10—15 Minuten später sieht man die Antheren aufspringen und ihren Pollen ausbieten. Der Zeitunterschied ist hier so gering, daß er von den meisten Beobachtern vernachlässigt wurde, und daraus erklärt es sich, daß man solche Blüten gar nicht als dichogam gelten lassen wollte. Aber gerade der Umstand, daß selbst bei ephemeren Blüten die Paarungsfähigkeit der zweierlei Geschlechtsorgane nicht zur selben Zeit eintritt, ist für die Frage nach der Bedeutung der Dichogamie von größter Wichtigkeit, und es muß das hier ganz besonders hervorgehoben werden.

Bei den proterogynen Dichogamen ist es keine Seltenheit, daß sich die für die Aufnahme des Pollens geeignete Narbe schon zu einer Zeit aus der Blüte hervordrängt, wenn die Blumenblätter noch dicht zusammenschließen und die Blüte den Eindruck einer Knospe macht. So verhält es sich an dem auf S. 146 abgebildeten krausblätterigen Laichkraute (Potamogeton crispus), an den Affodillen (z. B. Asphodelus albus), an den Hainsimsen (z. B. Luzula nivea), an den Rüstern (z. B. Ulmus campestris), an dem Wegerich (z. B. Plantago media), an mehreren Alpenrosen (z. B. Rhododendron Chamaecistus), an Cortusa, Deutzia und noch vielen anderen. Hinwiederum kennt man zahlreiche proterandrische Dichogamen, aus deren Antheren der Pollen schon zu einer Zeit entbunden wird, wenn sich die Blumenblätter noch in der Knospenlage befinden. Öffnet man eine dem Aufspringen nahe Blütenknospe der auf S. 265 abgebildeten Crucianella stylosa, so erkennt man sofort, daß die Antheren sich bereits seit geraumer Zeit geöffnet und ihren Pollen unter der Kuppel der geschlossenen Blütenknospe auf die verdickte warzige Außenseite des Griffelendes aufgelagert haben. Auch in den Blüten der wimperhaarigen Alpenrose (Rhododendron hirsutum) quillt der Pollen schon innerhalb der Blütenknospen aus den Antheren hervor, und bei vielen Korbblütlern, Glockenblumen und Schmetterlingsblütlern wird Ähnliches beobachtet.

Obschon Tausende von Pflanzen mit Rücksicht auf die Dichogamie untersucht wurden, so sind die diesfälligen Erfahrungen doch noch nicht ausreichend, um angeben zu können, ob es mehr proterogyne oder mehr proterandrische Arten gibt. Man wäre selbst bei annähernden Schätzungen in dieser Beziehung der Gefahr ausgesetzt, grobe Irrtümer zu begehen. Insbesondere wäre es gefährlich, die Ergebnisse, welche bei der Untersuchung mehrerer Arten einer Gattung oder mehrerer Gattungen einer Familie gewonnen wurden, vorschnell zu verallgemeinern und als maßgebend für die ganze Abteilung hinzustellen; denn thatsächlich enthalten die meisten Pflanzengattungen neben vorherrschend proterogynen Arten

immer auch einige proterandrische und umgekehrt. Die lilienartigen Gewächse werden in den meisten botanischen Werken als proterandrisch angegeben; in Wirklichkeit sind aber viele dahin gehörende Gattungen und Arten (Amaryllis, Asphodelus, Colchicum, Erythronium, Leucojum, Lilium Martagon, Narcissus poëticus, Ornithogalum umbellatum, Scilla, Trillium ꝛc.) unvollkommen proterogyn. Unter den Doldenpflanzen, welche angeblich alle proterandrisch sein sollen, gibt es eine ganz erkleckliche Zahl proterogyner Gattungen und Arten, wie beispielsweise Aethusa, Astrantia, Caucalis, Eryngium, Hacquetia, Pachypleurum, Sanicula, Scandix und Turgenia. Dasselbe gilt von den Steinbrechen. Die Mehrzahl derselben ist allerdings proterandrisch, aber einige derselben, namentlich Saxifraga androsacea und peltata, sind ausgesprochen proterogyn. Die großblütigen Arten des Reiherschnabels (Geranium argenteum, lividum, pratense, silvaticum) sind proterandrisch, die kleinblütigen (Geranium columbinum, lucidum, pusillum, Robertianum) sind proterogyn. Aus der Familie der Skrofularineen sind die Gattungen Digitalis und Penstemon proterandrisch, die Gattungen Linaria, Paederota, Phygelius, Scrophularia, Veronica proterogyn. Auch zu den Asperifolieen gehören teilweise proterandrische (z. B. Borago, Echium), teilweise proterogyne Arten (z. B. Cynoglsosum, Lithospermum). Von den Ranunkulaceen ist die Gattung Aconitum proterandrisch, während die Gattungen Adonis, Anemone, Atragene, Clematis und Paeonia proterogyn sind. Aus der Familie der Gentianeen ist ein Teil, nämlich Swertia perennis, Gentiana asclepiadea, ciliata, cruciata, Froelichii, Pannonica, Pneumonanthe, punctata und prostrata, proterandrisch, ein anderer Teil, zumal Menyanthes trifoliata, Gentiana Bavarica, Germanica, glacialis, Rhaetica und verna, proterogyn. Ähnlich verhält es sich auch bei den Ericineen, Valerianeen, Polemoniaceen und noch vielen anderen. Ausschließlich proterandrisch sind, soweit bekannt, die Korbblütler, die Glockenblumen, die Lippenblütler, die Malvaceen, die Nelkengewächse und die Schmetterlingsblütler, ausschließlich proterogyn die Simsen und Hainsimsen, die Aristolochineen und Daphnoideen, die Kaprifoliaceen, Kugelblumen, Nachtschattengewächse, Rosifloreen, Berberideen und Schotengewächse.

Es wurde bereits darauf hingewiesen, daß das ungleichzeitige Eintreten der Geschlechtsreife in den meisten Fällen mit der räumlichen Trennung der beiden Geschlechter Hand in Hand geht, oder mit anderen Worten, daß bei jenen Pflanzen, in deren Blüten eine räumliche Trennung der zweierlei Geschlechtsorgane auf irgend eine Weise stattgefunden hat, nichtsdestoweniger auch noch Dichogamie vorkommt. So erscheinen z. B. sämtliche Pflanzenarten, deren Zwitterblüten infolge der gegenseitigen Stellung und Lage ihrer zweierlei Geschlechtsorgane oder infolge des Platzwechsels der Antheren und Narben ohnehin auf Kreuzung angewiesen sind, überdies noch dichogam, wenn auch die Dichogamie mitunter nur eine sehr kurz dauernde ist. Auch die Pflanzen mit heterostylen Blüten sind dichogam, insofern nämlich, als entweder die Stöcke mit kurzgriffeligen oder jene mit langgriffeligen Blüten früher zur Entwickelung kommen. Wenn man die vielen hundert Stöcke von Primula Auricula betrachtet, welche nebeneinander unter gleichen äußeren Verhältnissen auf einem felsigen Abhange wachsen, so überzeugt man sich leicht, daß die Stöcke mit langgriffeligen Blüten vor jenen mit kurzgriffeligen Blüten einen Vorsprung haben. Immer sind auch die ersteren schon abgeblüht, wenn die kurzgriffeligen Stöcke noch in voller Blüte stehen. Bei Primula longiflora verhält es sich umgekehrt; da stehen die Stöcke mit kurzgriffeligen Blüten schon in vollem Flor, wenn die langgriffeligen Blüten der nebenan wachsenden Stöcke noch geschlossen sind.

Zu den dichogamen Pflanzen zählen ferner auch diejenigen, welche scheinzwitterige Blüten tragen. Die Baldriane: Valeriana dioica, polygama und tripteris öffnen auf gleichem Standorte ihre scheinzwitterigen Fruchtblüten um 3—5 Tage früher

als ihre scheinzwitterigen Pollenblüten, und es sind diese Pflanzen daher ausgesprochen proterogyn. An dem Alpenampfer (Rumex alpinus) sind die Narben der scheinzwitterigen Fruchtblüten schon 2—3 Tage lang belegungsfähig, ehe noch die Antheren der scheinzwitterigen Pollenblüten und der echten Zwitterblüten an demselben Stocke sich geöffnet haben. Die Esche (Fraxinus excelsior) zeigt die Narben der Fruchtblüten schon belegungsfähig, wenn in den nebenan stehenden Pollenblüten und Zwitterblüten die Antheren noch sämtlich geschlossen sind. Gewöhnlich entbinden diese letzteren ihren Pollen erst vier Tage später. Sehr auffallend ist auch die Dichogamie jener Gräser, welche reine Pollenblüten neben echten Zwitterblüten tragen, wie z. B. Anthoxanthum odoratum, Hierochloa australis, Melica altissima und Sesleria coerulea. Die Antheren entbinden in den Blüten dieser Pflanzen ihren Pollen immer erst dann, wenn nebenan die Narben schon zwei Tage hindurch belegungsfähig waren. Dasselbe beobachtet man auch bei jenen Korbblütlern, in deren Köpfchen neben echten Zwitterblüten reine Fruchtblüten stehen, und bei jenen, welche neben scheinzwitterigen Pollenblüten auch reine Fruchtblüten in dem Köpfchen enthalten. Die Narben der Fruchtblüten sind immer schon belegungsfähig, wenn aus den benachbarten echten Zwitterblüten oder scheinzwitterigen Pollenblüten noch kein Pollen zu haben ist, und zwar dauert das durchschnittlich zwei Tage. Ich beschränke mich darauf, als Beispiele hierfür Aster alpinus, Aronicum glaciale, Bellidiastrum Michelii, Doronicum cordatum, Erigeron alpinum, Gnaphalium Leontopodium, Tussilago Farfara und Calendula officinalis anzuführen. Auch jene Lippenblütler, welche an dem einen Stocke nur echte Zwitterblüten, an dem anderen nur scheinzwitterige Fruchtblüten tragen, sind proterogyn. An dem Dost (Origanum vulgare) zeigen die scheinzwitterigen Fruchtblüten vor den echten Zwitterblüten einen Vorsprung von nicht weniger als acht Tagen, ja selbst darüber. Es muß hierzu nochmals ausdrücklich bemerkt werden, daß diese Angaben nur Blüten, beziehentlich Pflanzenstöcke betreffen, welche unter gleichen äußeren Lebensbedingungen zur Entwickelung gelangten, und daß die erwähnte Verspätung oder Verfrühung nicht etwa durch den schattigen oder sonnigen Standort bedingt ist.

Was die einhäusigen Pflanzen anbelangt, so haben sie sich, soweit die bisherigen Untersuchungen reichen, sämtlich als proterogyn herausgestellt. Die Seggen, Rohrkolben und Igelkolben (Carex, Typha, Sparganium), die Aroideen mit einhäusigen Blüten, der Mais (Zea Mays), die einhäusige Brennessel (Urtica urens), das Tausendblatt (Myriophyllum), die Becherblume (Poterium), die Spitzklette (Xanthium), die einhäusigen wolfsmilchartigen Gewächse (Euphorbia, Ricinus, Buxus) und insbesondere die Erlen und Birken, die Walnuß und die Platanen, die Rüstern und Eichen, die Haseln und Buchen, sie alle sind in der auffallendsten Weise proterogyn. Bei den meisten dieser Pflanzen, zumal den zuletzt genannten Bäumen und Sträuchern, wird der stäubende Pollen immer erst aus den Antheren entbunden, nachdem die Narben an demselben Stocke schon 2—3 Tage hindurch belegungsfähig waren. Bisweilen ist dieser Unterschied in der Geschlechtsreife aber auch noch größer. Bei der Grün- oder Alpenerle (Alnus viridis) beträgt er 4—5 Tage und bei dem kleinen Rohrkolben (Typha minima) sogar neun Tage. Auch die zweihäusigen Pflanzen sind der Mehrzahl nach proterogyn. In den ausgedehnten Weidenbeständen an den Ufern unserer Flüsse sieht man bisweilen einzelne Arten durch Tausende von Sträuchern vertreten. Ein Teil derselben trägt Pollenblüten, der andere Fruchtblüten. Sie wachsen auf demselben Boden, sind in gleicher Weise der Besonnung ausgesetzt und werden von denselben Luftströmungen bestrichen, und trotz dieser gleichen äußeren Einflüsse eilen die Stöcke mit Fruchtblüten ihren Nachbarn mit Pollenblüten deutlich voraus. Die Narben der Mandelweide (Salix amygdalina) sind schon 2—3 Tage hindurch belegungsfähig, und dennoch hat sich weit und breit noch keine einzige Anthere dieser Weidenart geöffnet. Dasselbe

gilt von der Purpurweide, der Korbweide, der Bruchweide ꝛc. Auch an den niederen Alpenweiden (Salix herbacea, retusa, reticulata) beobachtet man diese Erscheinung; doch ist dort der Unterschied in der Zeit gewöhnlich nur auf einen Tag beschränkt. Wenn man die zahllosen Stöcke des Hanfes (Cannabis sativa), welche aus dem auf ebenem Ackerlande gesäeten Samen dicht nebeneinander aufwuchsen, im Hochsommer betrachtet, so fällt es auf, daß an den meisten Stauden, welche Fruchtblüten tragen, die Narben schon belegungsfähig erscheinen, obschon noch keine einzige Pollenblüte sich geöffnet hat. Erst 4—5 Tage, nachdem die mit Fruchtblüten beladenen Stöcke zu blühen begannen, öffnen sich an den benachbarten Stöcken auch die Pollenblüten, und der Wind schüttelt dann aus den pendelnden Antheren den stäubenden Pollen aus. An dem Bingelkraute, zumal den ausdauernden Arten dieser Gattung (Mercurialis ovata und perennis), welche im Grunde unserer Wälder in kleinen Beständen wachsen und zwar so, daß nahe nebeneinander über demselben Erdreiche Stöcke mit Fruchtblüten und solche mit Pollenblüten abwechseln, werden die Narben wenigstens zwei Tage vor dem Ausstäuben des Pollens belegungsfähig. Dasselbe wurde auch bei dem Hopfen (Humulus Lupulus) und noch vielen anderen zweihäusigen Pflanzen beobachtet.

Alle diese Thatsachen sind für die Frage nach der Bedeutung der Kreuzung von größter Wichtigkeit. Wenn man die ungleichzeitige Geschlechtsreife nur bei jenen Pflanzenarten beobachten würde, welche echte Zwitterblüten tragen, so könnte die Dichogamie lediglich als eine Vervollständigung jener Einrichtungen angesehen werden, welche die Belegung der Narben mit dem Pollen aus den nebenstehenden Antheren, also die Selbstbelegung oder Autogamie, verhindern sollen. So z. B. macht es die gegenseitige Stellung der Antheren und Narben in der Blüte des Dreizackes (Triglochin; s. Abbildung, S. 147) nahezu unmöglich, daß Pollen auf die Narbe derselben Blüte kommt; aber ganz ausgeschlossen wäre diese Möglichkeit denn doch nicht, wenn die Antheren zur selben Zeit ihren Pollen entbinden würden, in der die Narben belegungsfähig sind. Wenn aber in den Blüten des Dreizackes die Narben zur Zeit des Ausstäubens schon ganz vertrocknet sind, so ist die Autogamie gänzlich ausgeschlossen, und insofern würde also die Dichogamie eine Vervollständigung der erwähnten Einrichtungen sein. Solche Fälle von vollkommener Dichogamie, wie sie an dem Dreizacke, dem Glaskraute, dem Studentenröschen ꝛc. vorkommen, sind aber verhältnismäßig selten, und auf die übergroße Zahl der unvollkommen dichogamen Zwitterblüten würde diese Erklärung nicht zutreffen. Noch weniger würde sie auf die einhäusigen und zweihäusigen Pflanzen passen. Bei diesen kann ja von einer Autogamie oder Selbstbelegung überhaupt nicht die Rede sein, und aus diesem Grunde entfallen für sie alle Hypothesen, welche über die Verhinderung der Selbstbelegung durch die Dichogamie aufgestellt werden könnten.

Da das ungleichzeitige Eintreten der Reife der zweierlei Geschlechter einer Art eine Einrichtung ist, welche bei den meisten, ja vielleicht bei allen Pflanzen vorkommt, so kann auch nicht angenommen werden, daß dieser Einrichtung gar keine Bedeutung zukommt. Ich will es nun versuchen, die Bedeutung der Dichogamie zu erklären, und lade den Leser ein, mit mir zunächst eines der Weidengehölze zu betreten, welches im vorhergehenden kurz geschildert wurde. Die Purpurweide (Salix purpurea) beginnt gerade zu blühen. Die Fruchtblüten derselben zeigen bereits belegungsfähige Narben, aber die Pollenblüten sind noch in der Entwickelung zurück, und es ist noch keine einzige Anthere derselben geöffnet. Dagegen stehen die Pollenblüten an der Korbweide (Salix viminalis), welche untermischt mit der Purpurweide in demselben Bestande wächst, auf dem Höhepunkte der Entwickelung. Pollen der Korbweide ist in Hülle und Fülle zu haben. Durch den Duft und die Farbe der Blütenkätzchen angelockt, haben sich zahlreiche Bienen eingestellt, schwirren von Strauch zu Strauch, saugen Honig und sammeln Pollen. Sie sind bei dieser Arbeit nicht wählerisch und beschränken sich nicht auf eine einzige Art, sondern fliegen ebenso gern zur Purpurweide

wie zur Korbweide, und wenn noch andere Weidenarten vorhanden sein sollten, auch noch zu diesen. Wenn jetzt eine Biene zu den Fruchtblüten der Purpurweide kommt, um dort Honig zu saugen, und wenn diese Biene mit Pollen bedeckt ist, den sie von einem kurz vorher besuchten anderen Weidenstrauche abgestreift und aufgeladen hat, so kann dieser Pollen nur von der Korbweide, der Lorbeerweide, der Salweide oder irgend einer anderen Art herstammen, deren Pollenblüten in der Entwickelung bereits so weit vorgeschritten sind, daß von ihnen Pollen zu haben ist; von der Purpurweide kann dieser Pollen nicht herstammen, weil sich in der ganzen Gegend noch keine einzige Anthere dieser Weidenart geöffnet hat. Indem aber die Narben der Purpurweide mit dem Pollen der Korbweide belegt wurden, hat eine zweiartige Kreuzung oder Bastartierung stattgefunden. Erst zwei oder drei Tage später kann auch eine einartige Kreuzung vollzogen werden; denn nun haben sich auch aus den Pollenblüten der Purpurweide die Antheren vorgeschoben, sich weit geöffnet und bieten den entbundenen Pollen den besuchenden Insekten an. Diese säumen auch nicht, die zugänglich gewordenen Pollenblüten der Purpurweide zu besuchen, streifen dort Pollen ab und übertragen ihn auf die noch immer belegungsfähigen Narben derselben Art. Bei Beginn des Blühens ist also bei der genannten Weide infolge der Dichogamie nur eine zweiartige Kreuzung und erst später eine einartige Kreuzung möglich. So verhält es sich selbstverständlich bei allen anderen Weiden und überhaupt bei sämtlichen zweihäusigen Gewächsen, deren Blüten unvollkommen proterogyn sind.

Um zu zeigen, daß sich an den einhäusigen Pflanzen dieselben Vorgänge abspielen, führe ich den Leser an den Rand eines Moores, auf welchem zahlreiche einhäusige Riedgräser oder Seggen (Carex) das Grundgewebe des Pflanzenteppiches bilden. Die verschiedensten Arten stehen daselbst in bunter Abwechselung nebeneinander. Hier am Saume der dunkeln Wassertümpel Carex acutiformis, filiformis, riparia, vesicaria, paniculata, dort auf der sich anschließenden sumpfigen Wiesenfläche Carex flava, canescens, glauca, Hornschuchiana und noch viele andere. Diese Riedgräser blühen nicht alle zu gleicher Zeit, sondern die einen kommen etwas früher, die anderen etwas später an die Reihe, und dabei trifft es sich, daß die einen gerade dann aufblühen, wenn bei den anderen die Blüten den Höhepunkt der Entwickelung erreicht haben und bei einer dritten Gruppe die Blüten schon zur Neige gehen. Sämtliche einhäusige Riedgräser sind proterogyn. Die Narben sind schon 2—3 Tage belegungsfähig, haben sich sämtlich weit über die Deckschuppen vorgeschoben und erscheinen so gestellt, daß der von Luftströmungen herbeigetragene Pollen an ihnen hängen bleiben muß. Noch immer sind aber die Antheren der Pollenblüten der betreffenden Art nicht geöffnet. Da ist es wohl selbstverständlich, daß die Narben im Verlaufe des ersten und zweiten Tages häufig mit dem Pollen anderer, früher aufgeblühter Arten belegt werden; denn da die Antheren dieser schon früher aufgeblühten Arten bereits geöffnet sind, so wird jeder Windstoß den Pollen aus ihnen ausschütteln, denselben über das Moor hinwehen und alles bestäuben, was eben bestäubungsfähig ist. Der Blütenstaub, welcher sich später aus den über und neben den belegungsfähigen Narben stehenden Pollenblüten entbindet, kann, entsprechend seiner späteren Reife, erst in zweiter Linie aufgenommen werden. Demnach ist die unvollkommene Dichogamie auch bei den Pflanzen mit einhäusigen Blüten die Ursache, wenn anfänglich zweiartige und erst später einartige Kreuzung stattfindet.

Bekanntlich blühen selbst unter gleichen äußeren Verhältnissen nicht alle Stöcke einer Art an demselben Tage auf, und dieser Umstand ist hier insofern beachtenswert, als man daran denken könnte, daß die früher aufblühenden Stöcke einer Art den Pollen für die Narben der später aufblühenden Stöcke derselben Art liefern. Das ist auch gewiß sehr oft der Fall, aber ebenso gewiß ist, daß die Narben des allerersten zur Blüte kommenden Stockes einer proterogynen Art zunächst nur mit Pollen anderer noch früher blühender Arten belegt

werden können und thatsächlich belegt werden, so daß also an der früher zum Ausdrucke gebrachten Schlußfolgerung nichts geändert zu werden braucht.

Da sich die Pflanzen mit scheinzwitterigen Blüten in betreff der Übertragung des Pollens ganz so wie zweihäusige und einhäusige verhalten, so läßt sich erwarten, daß bei ihnen der Dichogamie dieselbe Bedeutung zukommt, welche soeben erörtert wurde. Die hohen Ampferstauden aus der Gruppe Lapathum, namentlich **Rumex alpinus, nemorosus** und **obtusifolius**, tragen in ihren Rispen vorwaltend scheinzwitterige Fruchtblüten, scheinzwitterige Pollenblüten und neben diesen spärliche echte Zwitterblüten. Mag man was immer für einen Stock in Augenschein nehmen, stets findet man an demselben die Narben in der Entwickelung den Antheren bedeutend vorausgeeilt. Die Narben sind schon belegungsfähig, die Antheren noch geschlossen. Unter solchen Verhältnissen können die ersten Blüten eines Stockes, seien sie nun Scheinzwitter oder echte Zwitter, den Pollen nur von anderen Stöcken, welche schon mehrere Tage in Blüte stehen, und aus deren bereits geöffneten pendelnden Antheren der Wind den Pollen herausbläst, erhalten. Und mag auch angenommen werden, daß von den 100 Stöcken des **Rumex obtusifolius**, welche irgendwo einen kleinen Bestand bilden, nicht alle zu gleicher Zeit aufblühen und infolgedessen unzählige Kreuzungen zwischen den Blüten der benachbarten, zu derselben Art gehörigen Individuen stattfinden, die ersten belegungsfähig gewordenen Narben des im stundenweiten Umkreise am frühsten blühenden Stockes von **Rumex obtusifolius** können ein paar Tage hindurch nur Pollen von anderen Ampferarten erhalten, und es kann daher in der allerersten Zeit des Blühens bei **Rumex obtusifolius** nur eine zweiartige Kreuzung stattfinden. Daß bei dem zu den Lippenblütlern gehörigen Dost (**Origanum vulgare**) diejenigen Stöcke, welche scheinzwitterige Fruchtblüten tragen, um volle acht Tage früher aufblühen als jene mit echten Zwitterblüten, wurde bereits früher erwähnt. Dem wäre noch hinzuzufügen, daß für die im Umkreise einiger Kilometer zuerst aufblühenden Stöcke Pollen der gleichen Art nicht zu haben ist, und daß daher für den Fall, als die Narben durch Vermittelung der Insekten dennoch mit Pollen belegt werden sollten, dieser nur von einer anderen Art herstammen könnte. Auch bei den Korbblütlern, in deren Köpfchen echte Zwitterblüten mit scheinzwitterigen Fruchtblüten vereinigt vorkommen, ist die Geschlechtsreife der ersteren im Vergleiche zu den letzteren stets um einige Tage verspätet, was zur Folge hat, daß die ersten Blüten jener Stöcke, welche in einem bestimmten Landstriche den Reigen des Blühens eröffnen, nur von anderen schon früher aufgeblühten Arten Pollen bekommen können, also anfänglich auf zweiartige Kreuzung oder Bastartierung angewiesen sind. Im pontischen Florengebiete gibt es mehrere gesellig wachsende Alante (**Inula Oculus Christi, ensifolia, Germanica, salicina** ꝛc.), welche in einer bestimmten Reihenfolge im Hochsommer zur Blüte kommen und zwar so, daß die eine Art immer erst zu blühen anhebt, wenn eine andere schon in voller Blüte steht. In jedem Köpfchen dieser Alante finden sich am Umfange zungenförmige scheinzwitterige Fruchtblüten und im Mittelfelde röhrenförmige echte Zwitterblüten. Die ersteren entfalten sich früher als die letzteren, und für jede Art des Alantes gibt es eine wenn auch nur auf ein paar Tage beschränkte Zeit, in welcher zu den Narben der randständigen scheinzwitterigen Blüten nur Pollen von anderen Arten durch die Insekten herbeigebracht werden kann, weil eben eigener Pollen noch nicht zu haben ist. Diesem Beispiele ließen sich zahlreiche andere an die Seite stellen, aus denen hervorgeht, daß es vorzüglich von der unvollkommenen Dichogamie abhängt, wenn bei den Pflanzen mit scheinzwitterigen Blüten im Beginne des Blühens zweiartige und erst späterhin einartige Kreuzung erfolgt.

Bei den Pflanzen mit echten Zwitterblüten steht die Sache nicht anders. Von jenen zwitterblütigen Arten, welche heterostyl sind, kommen bald die Stöcke mit langgriffeligen, bald jene mit kurzgriffeligen Blüten früher zur Entwickelung. Wie schon erwähnt, zeigen von

Primula Auricula die Stöcke mit langgriffeligen Blüten, von Primula longiflora jene mit kurzgriffeligen Blüten vor ihrem Widerpart einen Vorsprung, und es können daher die Narben der ersten langgriffeligen und ebenso jene der ersten kurzgriffeligen Primelstöcke nur mit Pollen anderer Arten belegt werden, was denn auch in der freien Natur durch Vermittelung der Insekten häufig genug geschieht und das Entstehen zahlreicher Primelbastarte zur Folge hat. Was die Pflanzen mit nicht heterostylen echten Zwitterblüten anbelangt, so wiederholt sich bei ihnen dasselbe Spiel. Wenn eine Art proterogyn ist, wie z. B. die offenblumige Küchenschelle Pulsatilla patens, so können die Erstlinge ihrer Blüten keinen Pollen aus den zuständigen Antheren erhalten, weil ein solcher in der ganzen von Pulsatilla patens bewohnten Gegend noch nicht zu haben ist; wohl aber wäre es möglich, daß sie mit dem Pollen anderer, ebendort wachsender und früher aufgeblühter Arten der Gattung Küchenschelle versehen werden. Das gilt selbstverständlich nur für die Anfangszeit des Blühens und nur für jene Stöcke der betreffenden Art, welche in einer bestimmten Gegend als die ersten ihre Blüten entfalten; denn bei den später aufblühenden kommt es ebensogut auch zu einer einartigen Kreuzung, weil dann die Erstlinge bereits Pollen entbunden haben, der von den Insekten abgeholt und übertragen werden kann. Unter den Pflanzen mit echten Zwitterblüten gibt es, wie schon früher erzählt wurde, sehr viele, welche nicht proterogyn, sondern proterandrisch sind. Da können die Narben in den Erstlingsblüten einer Art nicht mit Pollen belegt werden, weil sie noch nicht geschlechtsreif und nicht zugänglich sind. Was geschieht aber mit dem Pollen dieser proterandrischen Erstlingsblüten? Wenn er überhaupt alsbald nach seiner Entbindung aus den Antheren durch Vermittelung des Windes oder der Insekten zu einer Narbe gelangt, so kann das nur die Narbe einer anderen Art sein, welche bereits belegungsfähig ist. Gegen das Ende des Blühens ist in den Blüten der meisten proterandrischen Arten kein Pollen mehr vorhanden, aber die Narben dieser Nachzügler unter den Blüten haben erst jetzt ihre Geschlechtsreife erlangt. Sie können nur Pollen aus anderen, in der Entwickelung noch nicht so weit vorgeschrittenen Blüten bekommen. Für jene Blüten aber, welche als die allerletzten in irgend einer Gegend blühen, ist, wenn sie proterandrisch sind, ein Pollen der zugehörigen Art gar nicht mehr zu haben, und diese können nur mit dem Pollen anderer Arten versehen werden. Demnach erscheint auch bei den Pflanzen mit echten Zwitterblüten, mögen dieselben proterogyn oder proterandrisch sein, in den allerersten, beziehentlich allerletzten Blüten die zweiartige Kreuzung angestrebt.

Aus den hier mitgeteilten Befunden läßt sich der Satz ableiten, daß für jede dichogame Pflanze am Anfange oder Ende des Blühens die Gelegenheit zur zweiartigen Kreuzung oder, was dasselbe sagen will, zur Bastartierung gegeben ist, und daß in der freien Natur als die wichtigste Grundlage für das Zustandekommen der zweiartigen Kreuzung die Dichogamie und zwar insbesondere die unvollkommene Dichogamie zu gelten hat. Das schließt natürlich nicht aus, daß bei der einartigen Kreuzung die Dichogamie gleichfalls eine wichtige Rolle spielt. Im großen und ganzen wird man aber an dem Ergebnis festhalten können, daß die zweiartige Kreuzung vorwaltend durch die zeitliche, die einartige Kreuzung vorwaltend durch die räumliche Trennung der Geschlechter bedingt ist. Mit dieser Schlußfolgerung steht auch die Thatsache im Einklange, daß zeitliche und räumliche Trennung der Geschlechter meistenteils zusammengehen, d. h. daß die zweihäusigen, einhäusigen und scheinzwitterigen Blüten, ebenso jene zwitterigen Blüten, deren Geschlechtsorgane räumlich getrennt erscheinen, dennoch unvollkommen dichogam sind, weil durch diese Einrichtung die Möglichkeit gegeben ist, daß in den Blüten derselben Art im Anfange oder am Ende der Blütezeit eine zweiartige, in der übrigen Blütezeit aber eine einartige Kreuzung stattfinden kann. Auch erklärt sich damit die

Erscheinung, daß die unvollkommene Dichogamie weit häufiger vorkommt als die vollkommene, daß es zweihäusige Pflanzenarten mit vollkommen dichogamen Blüten überhaupt nicht gibt, und daß, wenn eine solche jemals auftreten sollte, sie alsbald wieder vom Schauplatze verschwinden müßte. Gesetzt den Fall, es wüchse irgendwo eine Weidenart mit zweihäusigen, vollkommen proterogynen Blüten, so könnte bei derselben nur eine Bastartierung stattfinden; die hierdurch zu stande kommenden jungen Weidenstöcke wären also sämtlich Bastarte, deren Gestalt mit jener der Stammart nicht mehr übereinstimmte. Die Art selbst würde sich demnach auf dem Wege der Fruchtbildung überhaupt nicht mehr erneuern können, sie würde keine gleichgestaltete Nachkommenschaft hinterlassen, oder, mit anderen Worten, sie würde aussterben und erlöschen.

Von der durch die räumliche Trennung der Geschlechter bedingten **einartigen Kreuzung** wurden im vorhergehenden (s. S. 300) zwei Fälle unterschieden: die Xenogamie und die Geitonogamie. Wenn die sich kreuzenden Blüten verschiedenen Stöcken derselben Art angehören, so spricht man von **Xenogamie**, wenn sie einem und demselben Stocke angehören, von **Geitonogamie**. Eine scharfe Grenze zwischen beiden kann wohl nicht gezogen werden. Die von einem Stocke auszweigenden Ableger, welche sich nachträglich trennen und gesonderte Stöcke darstellen, sind mit Rücksicht auf ihre Entwickelungsgeschichte morphologisch gleichwertig den Abzweigungen eines Stockes, welche sich nicht trennen, sondern vereinigt bleiben. Wenn sich daher Blüten kreuzen, welche an den durch Ablegerbildung entstandenen getrennten Stöcken aufknospten, so ist dieser Vorgang gewiß nicht wesentlich verschieden von der Kreuzung, die sich zwischen den Blüten auf verbunden bleibenden Ästen vollzieht. Indessen empfiehlt es sich doch und zwar mit Rücksicht auf gewisse Vorgänge, welche mit dem größeren oder kleineren Abstande der sich kreuzenden Blüten im Zusammenhange stehen, beide Fälle auseinander zu halten.

Sowohl bei der Xenogamie als auch bei der Geitonogamie wird die Übertragung des Pollens teils durch Luftströmungen, teils durch blütenbesuchende Tiere vermittelt. Wie das geschieht, und welche unendliche Mannigfaltigkeit in dieser Beziehung besteht, wurde in den vorhergehenden Kapiteln ausführlich behandelt. Die Geitonogamie kommt aber häufig auch noch auf zwei anderen Wegen zu stande, nämlich **durch Anschmiegen belegungsfähiger Narben an den ausgebotenen Pollen der Nachbarblüten** und **durch Pollenfall**. Da die auf diesen Wegen sich abspielende Kreuzung bisher nur gelegentlich angedeutet werden konnte, muß sie hier noch etwas eingehender besprochen werden.

Wenn die zu Köpfchen, Knäueln, Dolden, Büscheln, Ähren und Trauben vereinigten Blüten so nahe beisammenstehen, daß die Narben der einen Blüte mit den pollenbedeckten Antheren der anderen Blüte leicht zusammenkommen können, so sind dadurch die Bedingungen einer Kreuzung dieser nachbarlichen Blüten gegeben. Und da diese Art der Kreuzung thatsächlich sehr verbreitet ist und sich bei gewissen Arten mit großer Regelmäßigkeit immer und immer in allen aufeinander folgenden Generationen wiederholt, so ist man wohl berechtigt, die soeben aufgezählten Formen der Blütenstände mit der Geitonogamie in Verbindung zu bringen und anzunehmen, **daß die Bedeutung der gedrängten Blütenstände ganz vorzüglich in dem Zustandekommen der Kreuzung benachbarter Blüten eines Stockes liegt** (s. Band I, S. 696).

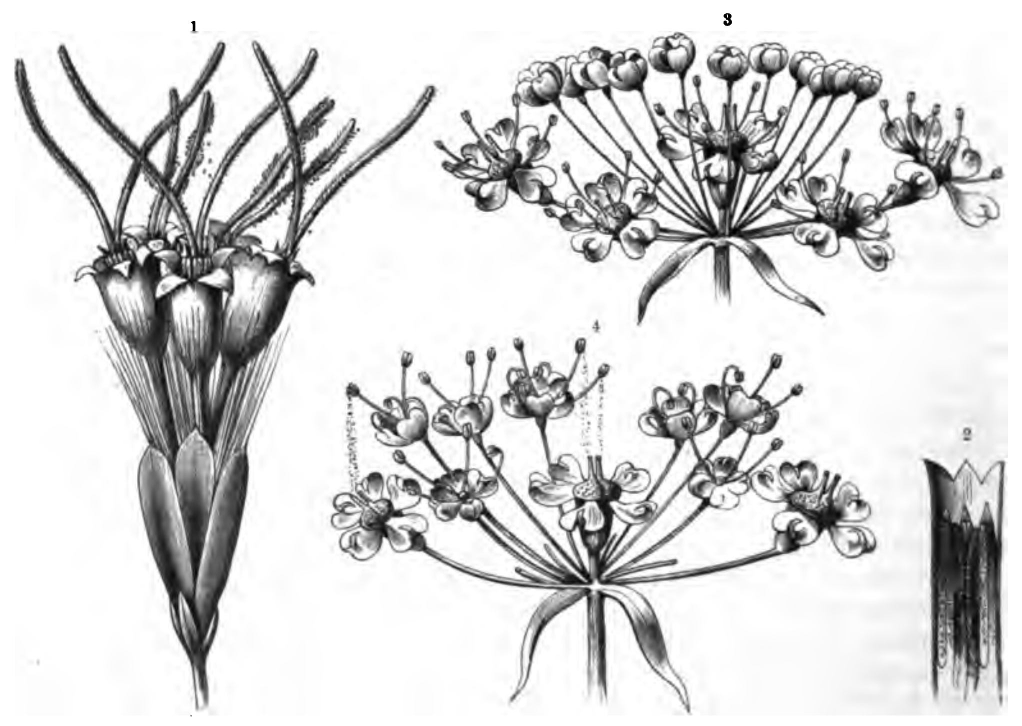
Wie nicht anders zu erwarten, ist diese Kreuzung bei den Korbblütlern, deren Blüten in Köpfchen so dicht beisammenstehen, daß man den ganzen Blütenstand bei flüchtiger Betrachtung für eine einzige Blüte halten könnte, in der reichhaltigsten Weise entwickelt, und es dürfte daher das Zweckmäßigste sein, bei der Besprechung der Geitonogamie diese umfangreiche, mehr als 10,000 Arten umfassende Pflanzenfamilie voranzustellen. Ich beginne mit der Schilderung der Geitonogamie bei jenen Korbblütlern, deren Köpfchen nur Zungenblüten

enthalten. Mit dem Namen Zungenblüten bezeichnen die Botaniker bekanntlich jene Blüten, deren Blumenkrone nur am Grunde röhrig ist, während sich das freie Ende verflacht und ähnlich einer Zunge weit vorstreckt. Bei der Gattung Hasenkohl (Prenanthes) wird jedes Köpfchen nur aus fünf solchen Zungenblüten zusammengesetzt. Aus jeder Blüte ragt eine Antherenröhre empor, in welcher ein dünner, langer Griffel eingelagert ist. Der Griffel ist an der Außenseite mit steifen, aufwärts gerichteten Börstchen, den sogenannten Fegehaaren, besetzt, und wenn sich derselbe in die Länge streckt, was sofort nach dem Öffnen der Blüten geschieht, so wird der schon frühzeitig in das Innere der Antherenröhre entleerte Pollen mittels der Fegehaare ausgebürstet. Man sieht dann über die entleerte Antherenröhre einen langen Griffel vorragen, der von dem auflagernden Pollen ganz gelb gefärbt ist. Die beiden Äste eines jeden Griffels, welche das Narbengewebe tragen, schließen anfänglich zusammen, alsbald aber trennen sie sich, und das Narbengewebe kann durch Vermittelung anfliegender Insekten mit dem von anderen Pflanzenstöcken mitgebrachten, aber noch durchaus nicht mit dem auf den Fegehaaren der Außenseite lagernden Pollen belegt werden. Sobald nun die zungenförmigen Blumenkronen zu welken und zu schrumpfen beginnen, spreizen die beiden Griffeläste weit auseinander, drehen und krümmen sich wie kleine Schlangen nach der Seite und nach abwärts, gleichzeitig nähern sich auch die Griffel, und da ist es unvermeidlich, daß die Griffeläste der benachbarten Blüten sich verschlingen, und daß die noch immer belegungsfähigen Narben der einen mit dem auf den Fegehaaren lagernden Pollen der anderen in Berührung kommen und belegt werden.

Genau derselbe Vorgang vollzieht sich an den Blüten des Lattiches (Lactuca), der Milchdistel (Mulgedium) und des Knorpelsalates (Chondrilla), nur sind hier die Köpfchen etwas reichblütiger und in 2—3 Schraubenumgängen geordnet. Auch krümmen sich die Griffeläste nicht schlangenförmig, sondern werden nur spreizend und rollen sich etwas zurück, was aber vollständig genügt, um sie mit jenen der benachbarten Blüten in Berührung zu bringen und sich kreuzen zu lassen. Bemerkenswert ist auch noch, daß bei dem Hasenkohle die zungenförmigen Blumenkronen am Schlusse der Blütezeit sich nach außen rollen, während jene des Lattiches und der anderen aufgezählten Korbblütler zusammenschließen und eine Umhüllung der sich kreuzenden Griffeläste bilden. Der Bocksbart (Tragopogon), das Habichtskraut (Hieracium), der Pippau (Crepis), die Schwarzwurzel (Scorzonera), der Löwenzahn (Leontodon), das Pfaffenröhrlein (Taraxacum) und noch zahlreiche andere Korbblütler, für welche die genannten als Vorbild dienen können, enthalten in einem Köpfchen bis zu 100 in mehreren Schraubenumgängen geordnete Zungenblüten (s. Abbildung, S. 112, Fig. 5). Die Zungen der Blumenkronen gehen am Morgen auseinander, am Abende zusammen, und ähnlich wie die Zungen sieht man auch die Antherenröhren und Griffel morgens etwas gegen den Umfang des Köpfchens geneigt, abends wieder aufgerichtet und einander genähert. Diese Annäherung wird schließlich zu einer unmittelbaren Berührung, und da die Entwickelung der proterandrischen Blüten vom Umfange gegen die Mitte des Köpfchens vorschreitet und demzufolge die Narbe der äußeren Blüten schon belegungsfähig ist, wenn aus den inneren Blüten eben erst der Pollen aus der Antherenröhre vorgeschoben wurde, so kommt es bei dieser Berührung unausweichlich zur Kreuzung der benachbarten Blüten. Hiermit steht auch im Zusammenhange, daß die zungenförmigen Blumenkronen eines Köpfchens von ungleicher Länge sind (s. Abbildung, S. 112, Fig. 5). Würden sie gleich lang sein, so wäre die erwähnte Berührung und Kreuzung unmöglich; es würden zwischen die Griffel der äußeren und inneren Blüten hemmende Scheidewände eingeschoben sein. Das ist nun dadurch vermieden, daß die inneren Zungen gerade um so viel kürzer sind, als notwendig ist, daß die Griffel sich aneinander legen können. Die Geitonogamie wird bei vielen hierher gehörigen Pflanzen, so namentlich bei dem Bocksbarte (Tragopogon), auch noch dadurch gefördert, daß in jedem Köpfchen

die Blüten des äußeren Umganges genau zwischen zwei Blüten des nächst inneren Umganges zu stehen kommen. Bei dem Zusammenschließen des Köpfchens legt sich infolgedessen von den beiden das Narbengewebe tragenden, spreizenden und bogenförmigen Griffelästen der eine links und der andere rechts an die pollenbedeckten Griffel der vor ihnen stehenden Blüten.

Unter den Korbblütlern mit ausschließlich röhrenförmigen Blüten finden sich verhältnismäßig nur wenige Arten, bei welchen die in einem Köpfchen vereinigten Blüten miteinander eine Kreuzung eingehen. Die auffallendsten hierher zu zählenden Arten sind jene der Gattung Wasserdost (z. B. Eupatorium aromaticum und cannabinum; s. untenstehende Abbildung,



Geitonogamie mit haftendem Pollen: 1. Kreuzung der Griffeläste benachbarter Blüten in dem Köpfchen von Eupatorium cannabinum. — 2. Längsschnitt durch den oberen Teil einer Blüte von Eupatorium; die beiden Griffeläste sind parallel und stecken in der Antherenröhre, welche wiederum von dem Saume der Blumenkrone umgeben ist. — 3. Döldchen von Chaerophyllum aromaticum; die echten Zwitterblüten geöffnet, die scheinzwitterigen Pollenblüten noch geschlossen. — 4. Dasselbe Döldchen die echten Zwitterblüten sind der Pollenblätter beraubt, die scheinzwitterigen Pollenblüten geöffnet. Aus den schrumpfenden Antheren der letzteren fällt Pollen auf die Narben der ersteren. — Sämtliche Figuren etwas vergrößert. Vgl. Text, S. 323.

Fig. 1 und 2). Die Köpfchen derselben sind sehr armblütig; jene des Eupatorium cannabinum enthalten fünf Blüten, welche sich nacheinander im Laufe von 5—8 Tagen öffnen. In jedem Köpfchen stehen demzufolge stets ältere und jüngere Blüten knapp nebeneinander. Die Griffel sind abweichend von jenen der anderen Korbblütler gestaltet; sie sind bis zur Hälfte in zwei lange fädliche Äste gespalten, und diese Äste tragen nur an der Basis das belegungsfähige Narbengewebe; der andere Teil bis zum freien Ende ist dicht mit kurzen Börstchen, den schon wiederholt erwähnten Fegehaaren, besetzt. Solange die Griffeläste in der Antherenröhre stecken (s. obenstehende Abbildung, Fig. 2), erscheinen sie parallel und schließen fest zusammen; auch nachdem sie sich verlängert und weit über die Antherenröhre vorgeschoben haben, sieht man sie noch eine Zeitlang zusammengelegt. Da bei dem Vorschieben die Fegehaare den Pollen aus der Antherenröhre ausgebürstet haben, sind sie an der äußeren Seite dicht mit Pollen bedeckt. Das bauert aber nur kurze Zeit; alsbald trennen sie sich und

spreizen unter einem Winkel von 40—50 Grad auseinander. Hierbei ist es unvermeidlich, daß die Griffeläste wie Schwertklingen sich kreuzen, daß der Pollen von den Fegehaaren abgelöst wird, abfällt und auf das belegungsfähige Narbengewebe gelangt. Auch das kommt vor, daß die aneinander liegenden und mit Pollen bedeckten Griffeläste, wenn sie über die Antherenröhre vorgeschoben werden, den Griffelast einer älteren Nachbarblüte, der wie ein Schlagbaum sich quer in den Weg stellt, anstreifen und bei dieser Gelegenheit ihren Pollen an das Narbengewebe dieses quer gestellten Griffelastes abgeben.

Die Blütenköpfchen des Huflattiches (Tussilago) sowie jene der Ringelblume (Calendula) sind aus zweierlei Blüten zusammengesetzt. Das Mittelfeld trägt röhrenförmige scheinzwitterige Pollenblüten, und am Umfange des Köpfchens stehen zungenförmige reine Fruchtblüten. Die zuletzt genannten blühen früher auf als die Blüten des Mittelfeldes und können daher anfänglich nur mit dem Pollen aus anderen in der Entwickelung mehr vorgeschrittenen Köpfchen belegt werden. Alsbald wird aber auch der Pollen aus den von den Zungenblüten eingefaßten Blüten des Mittelfeldes vorgeschoben und erscheint als ein kleines Klümpchen der Antherenröhre aufgelagert. Wie nun dieser Pollen auf die Narben der benachbarten Zungenblüten gelangt, ist bei den beiden in Rede stehenden Gattungen verschieden. Bei dem Huflattiche schließen die zahlreichen randständigen Zungenblüten, welche unter Tag strahlenförmig abstanden und durch ihre lebhafte gelbe Farbe weithin sichtbar und als Anlockungsmittel für Insekten wirksam waren, zwischen 5 und 6 Uhr nachmittags zusammen und krümmen sich bei dieser Gelegenheit so über die Scheibenblüten, daß eine Berührung mit dem Pollenklümpchen derselben unvermeidlich ist. Der Pollen wird hierbei an die Zungenblüten angeheftet, und wenn sich dann am nächsten Morgen die Köpfchen wieder aufschließen und sich die Zungenblüten nach auswärts krümmen, so wird der angeheftete Pollen losgelöst und gleitet zu den an der Basis der Zungen aufragenden belegungsfähigen Narben hinab. Bei der Ringelblume ist der Vorgang bei weitem einfacher. Da erscheinen die Griffeläste der randständigen Zungenblüten nach einwärts über die angrenzenden Blüten des Mittelfeldes gekrümmt, und zwar schon zu einer Zeit, wenn die zuletzt genannten Blüten noch sämtlich geschlossen sind. Öffnen sich dann die Blüten des Mittelfeldes, und wird aus ihren Antherenröhren Pollen emporgehoben, so gelangt dieser unvermeidlich auf die darüberstehenden Narben der benachbarten Zungenblüten.

Im äußeren Ansehen dem Huflattiche und den Ringelblumen sehr ähnlich, aber in betreff der Verteilung der Geschlechter verschieden sind die Goldrute (Solidago), die Aster (Aster) und viele andere Korbblütler, welche unter dem Namen der Asterineen zusammengefaßt werden. Die röhrenförmigen Blüten des Mittelfeldes sind in jedem Köpfchen echte Zwitter, die zungenförmigen Blüten des Randes dagegen reine Fruchtblüten. Diese letzteren kommen als die ersten zur Entwickelung und sind, wie schon früher erwähnt, auf zweiartige Kreuzung berechnet. Nach ein paar Tagen öffnen sich aber auch die Zwitterblüten des Mittelfeldes und zwar zunächst jene des äußersten Umkreises. Der Pollen wird aus denselben emporgeschoben, und während das geschieht, neigen sich die betreffenden Blüten etwas nach auswärts, so daß der in Form kleiner Klümpchen auf der Antherenröhre lagernde Pollen entweder unmittelbar mit den belegungsfähigen Narben der randständigen Blüten in Berührung kommt, oder auf kurzem Wege zu denselben hinabfällt.

Bei sehr vielen Korbblütlern beherbergt das Köpfchen nur echte Zwitterblüten mit röhrenförmiger Blumenkrone. Die Entwickelung der Blüten schreitet auch hier vom Umfange gegen den Mittelpunkt des Köpfchens vor und erfolgt in jeder einzelnen Zwitterblüte stets in der Weise, daß der Pollen alsbald nach dem Öffnen der Blumenkrone vermittelst der die Außenseite des Griffels bekleidenden Fegehaare oder Wärzchen aus der Antherenröhre ausgebürstet und vorgeschoben wird. Der Pollen erscheint nun als kleines Klümpchen an der

oberen Mündung der Antherenröhre, verweilt dort aber in dieser Form nur kurze Zeit. Die bisher zusammenschließenden beiden Griffeläste, deren Außenseite mit dem Pollen behaftet ist, spreizen alsbald auseinander, krümmen sich häufig auch bogenförmig zurück und entblößen dadurch ihr belegungsfähiges Narbengewebe. Der Pollen wird bei dieser Gelegenheit größtenteils abgestoßen und fällt, in kleine krümelige Bällchen geteilt, dem Gesetze der Schwere folgend, nach abwärts. Hierbei gelangt er auf das belegungsfähige Narbengewebe der benachbarten älteren Blüten und veranlaßt regelmäßig Geitonogamie. Damit aber der von den jüngeren Blüten abgestoßene Pollen sein Ziel nicht verfehlt und richtig auf die Narben der zunächst stehenden älteren Blüten kommt, sind bei den hierher gehörenden Korbblütlern verschiedene Einrichtungen getroffen. Bei dem Alplattiche (Homogyne) sind die auf dem ebenen Boden des Köpfchens beisammenstehenden Röhrenblüten von ungleicher Länge. Die randständigen Blüten sind etwas kürzer als die mittelständigen, so daß die Griffeläste der ersteren tiefer zu stehen kommen als jene der letzteren. Das genügt aber noch nicht, um den Pollen, welcher sich von den höher gestellten Griffelästen ablöst und abfällt, auf das Narbengewebe der tiefer stehenden Griffeläste zu bringen; denn diese letzteren sind etwas weiter am Umfange des Köpfchens aufgepflanzt, und es ist daher notwendig, daß sich die pollentragenden Griffel gegen den Umfang des Köpfchens neigen, wenn der von ihnen getragene Pollen an die richtige Stelle kommen soll. Das geschieht auch in der That. Die anfänglich geraden und aufrechten Griffel krümmen sich um einen Winkel von 70—90 Grad nach auswärts, und zwar bevor noch die beiden von ihnen getragenen Griffeläste spreizend werden und den aus der Antherenröhre vorgeschobenen Pollen abwerfen. Auf diese Weise gelangt der später abfallende Pollen unvermeidlich auf die tiefer stehenden Narben der älteren Blüten. Bisweilen kommt es auch vor, daß die noch mit Pollen bedeckten spreizenden Griffeläste jüngerer Blüten mit dem Narbengewebe an den Griffelästen älterer Blüten in unmittelbare Berührung kommen, und daß auch auf diese Weise eine Geitonogamie stattfindet.

Ähnlich wie bei dem hier als Vorbild gewählten Alplattiche verhält es sich an zahlreichen anderen Korbblütlern, deren Köpfchen lediglich aus röhrenförmigen Zwitterblüten zusammengesetzt sind. Eine unbedeutende Abweichung zeigen die Wermute der Hochgebirge, z. B. Artemisia Mutellina und spicata, in deren Köpfchen das Hinausragen der mittelständigen Blüten über die Umgebung nicht nur durch größere Länge, sondern auch dadurch zu stande kommt, daß der Boden des Köpfchens, auf welchem die Röhrenblüten beisammenstehen, deutlich gewölbt ist. Die auf der Kuppel der Wölbung obenauf stehenden Blüten ragen selbstverständlich über die am Umfange stehenden empor. Bei sehr vielen Korbblütlern (z. B. Doronicum glaciale und scorpioides, Senecio cordatus und Doronicum, Telekia und Buphthalmum, Anthemis und Matricaria) ist der Boden, auf welchem die Blüten des Köpfchens beisammenstehen, anfänglich flach oder nur wenig gewölbt, erhebt sich aber im Verlaufe des Blühens so bedeutend, daß er die Form einer Halbkugel oder selbst eines Kegels annimmt. In den Köpfchen von Doronicum beträgt diese Erhöhung z. B. 1 cm, und verhältnismäßig noch ausgiebiger ist sie bei den Arten der Gattung Anthemis und Matricaria. Die nächste Folge dieser Umwandlung des Bodens ist natürlich auch eine Änderung in der Richtung der auf dem Boden stehenden Röhrenblüten. Es kommt vor, daß Blüten, welche auf dem Boden des sich öffnenden Köpfchens senkrecht stehen, späterhin eine nahezu wagerechte Stellung einnehmen. Das Merkwürdigste dabei ist aber, daß diese Veränderungen gleichen Schritt halten mit der fortschreitenden Entwickelung der Blüten. Bekanntlich öffnen sich in den köpfchenförmigen Blütenständen die rnadständigen Blüten zuerst und jene der Mitte zuletzt (s. Band I, S. 697). Die Blüten jedes äußeren Umkreises sind daher immer schon weiter vorgeschritten als jene des nächstfolgenden inneren Umkreises, und wenn an den äußeren das belegungsfähige Narbengewebe bereits aufgeschlossen

ist, wird an den inneren erst der Pollen aus der Antherenröhre vorgeschoben und von den sich trennenden Griffelästen abgestoßen. Dabei ist nun die wunderbare Einrichtung getroffen, daß infolge der früher erwähnten Veränderungen des Bodens, auf welchem die Blüten beisammenstehen, die belegungsfähigen Narben der äußeren Blüten genau in die Falllinie des Pollens der inneren Blüten kommen! Bisweilen bedarf es übrigens gar nicht des Pollenfalles; denn die Blüten stehen so dicht neben- und übereinander, daß die spreizenden Narben der älteren mit dem Pollen der jüngeren Blüten pünktlich in unmittelbare Berührung kommen. Das gilt insbesondere von verschiedenen Arten der Gattung Kreuzkraut (Senecio), bei denen auch noch die bemerkenswerte Einrichtung getroffen ist, daß die beiden Äste des Griffels nicht in wagerechter, sondern in senkrechter Richtung auseinander spreizen, was zur Folge hat, daß der eine der Griffeläste sich geradezu auf das jüngst vorgeschobene Pollenklümpchen einer höher stehenden Nachbarblüte anlegt. Zwischen den hier in gedrängtester Kürze geschilderten, zur Geitonogamie führenden Einrichtungen in den Blüten der Korbblütler gibt es begreiflicherweise noch eine Menge Zwischenformen, auf welche aber hier nicht näher eingegangen werden kann.

Ähnlich wie bei den Korbblütlern sind auch bei den Doldenpflanzen viele kleine Blüten so dicht zusammengedrängt, daß eine Berührung und Verbindung der Narben und des Pollens benachbarter Blüten leicht erfolgen kann, und es läßt sich bei dem Anblicke dieser Blütengruppen von vornherein das Zustandekommen der Geitonogamie mutmaßen. Die Mutmaßung wird bei eingehender Untersuchung zur Gewißheit; denn thatsächlich zeigen die Doldenpflanzen eine Mannigfaltigkeit der zur Geitonogamie führenden Einrichtungen, die kaum geringer ist als jene, welche die Korbblütler aufweisen. Die wichtigsten dieser Einrichtungen sollen in nachfolgendem vorgeführt werden. Zunächst treffen wir eine Gruppe, für welche die Gattungen Mannstreu (Eryngium) und Hacquetia (Hacquetia) als Vorbilder gelten können. Die Arten dieser Gruppe zeigen köpfchenförmig zusammengestellte Blüten, welche von großen und breiten Hüllblättern umgeben sind. Sämtliche Blüten sind zwitterig und proterogyn. Noch sind die Pollenblätter hakenförmig einwärts gekrümmt, die Antheren sind noch geschlossen und die Blumenblätter zusammengelegt, und doch ragen bereits die von klebrigen, glänzenden Narben abgeschlossenen langen Griffel weit aus der Knospe hervor. Zu dieser Zeit können die Narben nur mit dem Pollen anderer Stöcke, beziehentlich anderer Arten belegt werden. Später strecken sich die Träger der Antheren in die Länge und werden gerade, die Antheren springen auf, und aus den gebildeten Rissen kommt Pollen zum Vorscheine. Dieser gelangt mit den noch immer belegungsfähigen Narben entweder sofort oder doch alsbald in Berührung; denn die langen Griffel haben sich inzwischen noch mehr als im Beginne des Blühens nach der Seite geneigt, und ihre Narben sind dadurch in das Bereich der Nachbarblüten gelangt, wo es unausweichlich ist, daß sie entweder an die pollenbedeckten Antheren streifen oder mit dem aus den schrumpfenden Antheren abfallenden krümeligen Pollen belegt werden.

Einigermaßen abweichend von dieser Gruppe der Doldenpflanzen verhalten sich die Gattungen Sanikel (Sanicula), Sterndolde (Astrantia) und Laserkraut (Laserpitium). Die Abweichungen werden insbesondere dadurch bedingt, daß bei den Arten dieser drei Gattungen neben den zwitterigen Blüten auch Pollenblüten vorkommen. Bei dem Sanikel besteht jedes Döldchen aus drei mittelständigen echten Zwitterblüten und 8—10 kranzförmig um die ersteren gruppierten Pollenblüten. Die Zwitterblüten sind proterogyn, kommen zuerst zur Entwickelung, und es können daher im Beginne des Blühens die Narben nur mit Pollen von anderen Stöcken, beziehentlich anderen Arten belegt werden. Später strecken sich die Pollenblätter der Zwitterblüten gerade und ragen so wie die Griffel weit aus den Blüten heraus. Da aber die Griffel senkrecht in die Höhe stehen und die Antherenträger eine

schräge Richtung einhalten, so kommen Antheren und Narben derselben Blüte doch nicht zusammen. Dagegen erfolgt bald darauf eine Kreuzung der Zwitterblüten mit den benachbarten Pollenblüten und zwar in folgender Weise. Die Pollenblätter der Zwitterblüten welken und fallen ab, die Griffel spreizen nun weit auseinander und krümmen sich in sanftem Bogen nach außen, wodurch die noch immer belegungsfähigen Narben in das Bereich der im Kreise herumstehenden Pollenblätter kommen, die sich inzwischen geöffnet haben, und deren Antheren reichlichen Pollen ausbieten. Eine Belegung der Narben ist nun unvermeidlich, sei es durch gegenseitige Berührung der Narben und Antheren oder durch Abfallen des Pollens aus den schrumpfenden Antheren. Die Anordnung der Blüten bei der Sterndolde (Astrantia) wurde bereits auf S. 295 beschrieben; sie stimmt mit jener bei dem Sanikel darin überein, daß jedes Döldchen neben Zwitterblüten auch Pollenblüten enthält, daß zuerst die Zwitterblüten zur Entwickelung kommen, daß diese proterogyn sind, und daß daher die klebrigen Narben der allerersten in einer bestimmten Gegend aufgehenden Blüten nur mit dem Pollen anderer Arten belegt werden können. Später spreizen die Griffel der Zwitterblüten auseinander, und die Narben holen sich gewissermaßen den Pollen aus den Antheren der benachbarten Pollenblüten, welche inzwischen aufgesprungen sind. Das Laserkraut (Laserpitium) zeigt zwar im allgemeinen dieselbe räumliche Verteilung der Blüten wie der Sanikel und die Sterndolde, unterscheidet sich aber dadurch, daß die Zwitterblüten in der weitschweifigen großen Dolde nicht proterogyn, sondern proterandrisch sind. Die Geitonogamie erfolgt nichtsdestoweniger auf dieselbe Weise wie bei der Sterndolde, nämlich dadurch, daß die Narben an der Spitze der spreizenden Griffel sich den Pollen aus den Antheren der benachbarten Pollenblüten holen. Da die proterandrischen Zwitterblüten früher zur Entwickelung kommen als die Pollenblüten, so trifft die Belegungsfähigkeit der Narben in den ersteren mit der Entbindung des Pollens aus den Antheren der letzteren genau zusammen.

Einen auffallenden Gegensatz zu den bisher besprochenen Doldenpflanzen, bei welchen sich zum Behufe der Geitonogamie die Narben der einen Blüte durch Verlängern, Krümmen und Hinübergreifen des Griffels in das Gebiet der Nachbarblüten den Pollen sozusagen selbst holen, bilden diejenigen, deren Griffel und Narben ihre ursprüngliche Lage beibehalten, wo dagegen die Pollenblätter sich strecken und verlängern und eine solche Lage annehmen, daß der von ihren Antheren entbundene Pollen auf die Narben nachbarlicher Blüten gelangt. Eine Gruppe hierher gehöriger Arten, für welche die auf den europäischen Hochgebirgen weitverbreitete Dickrippe (Pachypleurum) als Beispiel gewählt sein mag, entwickelt am Ende des Stengels eine einzige flache Dolde, deren Blüten durchgehends Zwitterblüten sind. Diese Zwitterblüten sind proterogyn; ihre klebrigen Narben vermögen bereits zu einer Zeit Pollen aufzunehmen, wenn die Antheren der zuständigen Pollenblätter noch geschlossen sind. In dieser ersten Periode des Blühens kann also nur eine Kreuzung mit den Blüten anderer Stöcke stattfinden. Später strecken sich die Pollenblätter gerade, stehen fast sternförmig nach allen Seiten ab, und die von langen Fäden getragenen Antheren kommen so in das Bereich der Nachbarblüten. Da die Narben noch immer belegungsfähig sind, so ist es unvermeidlich, daß ein Teil des aus den aufspringenden Antheren hervorquellenden Pollens einer jeden Blüte auf die Narben der Nachbarblüten zu liegen kommt. Wenig abweichend ist der Vorgang, welcher sich in den Dolden des Roßkümmels (Siler) vollzieht, obschon die Blüten dieser Pflanze nicht proterogyn wie jene der Dickrippe, sondern ausgesprochen proterandrisch sind. Daß trotz dieser Verschiedenheit in der Aufeinanderfolge der Geschlechtsreife dennoch dasselbe Ziel erreicht wird, ist folgendermaßen zu erklären. Die zu einer Dolde vereinigten Blüten des Roßkümmels entwickeln sich nicht wie jene der Dickrippe zu gleicher Zeit, sondern die Entwickelung schreitet vom Umfange der Dolde nur sehr allmählich gegen die Mitte vor, und infolge dieses Entwickelungsganges springen die Antheren der inmitten einer Dolde

stehenden Blüten erst dann auf, wenn die am Umfange stehenden Blüten bereits ihren Pollen verloren haben und die Narben daselbst belegungsfähig geworden sind. Da die fadenförmigen Antherenträger so lang sind, daß sie bis zur Mitte der randständigen Nachbarblüten reichen, so wird dort auch ein Teil des krümeligen, aus den schrumpfenden Antheren ausfallenden Pollens auf die inzwischen belegungsfähig gewordenen Narben abgesetzt, und es erfolgt auf diese Weise sehr regelmäßig Geitonogamie.

Die Dickrippe und der Roßkümmel sowie alle anderen Doldenpflanzen, für welche die beiden genannten Gattungen als Beispiele gewählt wurden, beherbergen in ihren Dolden nur Zwitterblüten und unterscheiden sich dadurch von den Arten der Gattungen Augenwurz (Athamanta), Bärwurz (Meum) und Kälberkropf (Chaerophyllum; s. Abbildung, S. 318, Fig. 3 und 4), deren Dolden Zwitterblüten und Pollenblüten gemengt enthalten, sich also ähnlich wie die Sterndolde und der Sanikel verhalten. Diese andere Verteilung der Blüten veranlaßt aber keine Abweichung von dem soeben geschilderten Belegungsvorgange, und es wäre nur zu erwähnen, daß bei diesen Pflanzen die echten Zwitterblüten stets früher aufblühen als die derselben Dolde angehörenden scheinzwitterigen Pollenblüten. Erst dann, wenn aus den Zwitterblüten die Pollenblätter sich abgelöst haben und abgefallen sind, und nachdem die Narben ein paar Tage hindurch im belegungsfähigen Zustande auf den Pollen aus anderen Stöcken gewartet haben, öffnen sich in den Pollenblüten die inzwischen über die Blumenblätter weit vorgeschobenen Antheren und lassen den Pollen auf die Narben der Zwitterblüten herabfallen. Der Erfolg dieses Vorganges ist um so sicherer, als die Zahl der Pollenblüten immer erheblich größer ist als jene der Zwitterblüten. Die Dolde von Chaerophyllum aromaticum, welche auf S. 318 abgebildet wurde, umfaßt z. B. neben einer mittelständigen und 3—5 randständigen Zwitterblüten 20 Pollenblüten, und es kommen daher auf 8—12 Narben beiläufig 100 Antheren. Überdies nehmen bei diesen Doldenpflanzen die Zwitterblüten zur Zeit des Aufblühens der Pollenblüten eine solche Lage ein, daß die Belegung ihrer Narben mit dem ausfallenden Pollen geradezu unvermeidlich ist.

Einen der merkwürdigsten Fälle der Geitonogamie beobachtet man an jenen Doldenpflanzen, für welche die Gattungen Kerbel (Anthriscus), Fenchel (Foeniculum), Koriander (Coriandrum), Merk (Sium) und Birkwurz (Ferulago) als Vorbilder dienen können. Alle Arten dieser Gattungen zeigen zweierlei Blütenstände. Die zuerst aufblühenden Dolden enthalten vorherrschend echte Zwitterblüten und diesen beigemengt vereinzelte Pollenblüten; die später aufblühenden Dolden umfassen dagegen ausschließlich Pollenblüten. Die Zwitterblüten, welche zuerst an die Reihe kommen, sind vollkommen proterandrisch; die von sehr kurzen Fäden getragenen Antheren werden eine nach der anderen in die Mitte der Blüte gestellt, springen dort auf und bieten ihren Pollen aus; tags darauf fällt das betreffende Pollenblatt ab. Nachdem alle fünf Pollenblätter abgefallen sind, sieht man die Narben belegungsfähig werden. Sie verharren in diesem Zustande ein paar Tage und sind während dieser Zeit auf Kreuzung mit dem Pollen anderer Stöcke angewiesen. Nun kommen auch die Dolden, welche ausschließlich Pollenblüten tragen, zur Geltung. Die Seitenstengel, welche von diesen Dolden abgeschlossen werden, sind mittlerweile in die Höhe gewachsen und haben dabei eine solche Richtung eingehalten, daß ihre Dolden über die belegungsfähigen Narben der Zwitterblüten zu stehen kommen und gewissermaßen obere Stockwerke in dem Bauwerke des ganzen Blütenstandes bilden. Wenn nun die Antheren der im oberen Stockwerke stehenden Pollenblätter sich öffnen, und wenn daraufhin die Wände dieser Antheren schrumpfen, so wird der Pollen abgestoßen und fällt, dem Gesetze der Schwere folgend, in winzigen krümeligen Klümpchen senkrecht nach abwärts. Die Narben der tiefer stehenden älteren Blüten kommen auf diese Weise in einen förmlichen Pollenregen, und man überzeugt sich leicht, daß die Mehrzahl dieser Narben auch wirklich mit dem herabfallenden Pollen belegt wird.

Die bisher geschilderten Fälle der Geitonogamie bei den Korbblütlern und Doldenpflanzen können als Vorbilder für zahlreiche Pflanzen anderer Familien angesehen werden. Zumal bei jenen Sternkräutern, Kaprifoliaceen, Korneen, Skrofularineen, Rosifloreen, Polygoneen, Lilifloreen und Aroideen, deren Blüten in Köpfchen, Knäueln, Büscheln, Ähren und Trauben dicht gedrängt beisammenstehen, wiederholen sich die besprochenen Vorgänge mitunter bis auf die kleinste Kleinigkeit. So z. B. verlängern, spreizen und krümmen sich die beiden Griffel in den proterandrischen gebüschelten Blüten der Waldmeisterart **Asperula taurina** ganz ähnlich wie jene des Laserkrautes; sie gelangen infolge dieser Lageänderung auch in den Bereich jüngerer Nachbarblüten, in welchen noch Pollen ausgeboten wird, und ihre Narben kommen dort auch richtig mit Pollen in Berührung. Dieser Vorgang wird bei der genannten Waldmeisterart noch wesentlich dadurch unterstützt, daß die zuletzt zur Entfaltung kommenden Blüten Pollenblüten sind. Bei dem Hirschholder (**Sambucus racemosa**), bei den verschiedenen Arten der Gattung Hartriegel (**Cornus florida, mas, sanguinea**), bei den Weinreben (**Vitis**), welche echte Zwitterblüten tragen, bei der straußblütigen Lysimachie (**Lysimachia thyrsiflora**) sowie bei mehreren Spierstauden (**Spiraea**) erinnert der Vorgang der Geitonogamie an jenen, welcher sich bei dem Roßkümmel (**Siler trilobum**) abspielt, indem die Richtung des Griffels und die Lage der Narbe unverändert bleiben, aber die fadenförmigen Träger der Antheren sich strecken und krümmen und den Pollen auf die Narben der Nachbarblüten ablagern. An den verschiedenen Arten des Schneeballes (**Viburnum Lantana, Opulus**) ist zudem noch die Einrichtung getroffen, daß der von den übergreifenden Antheren der Nachbarblüten sich ablösende Pollen in den Grund der beckenförmigen Blumenkrone fällt, wo sich eine große polsterförmige Narbe befindet.

Der Vorgang der Geitonogamie bei der Schlangenwurz (**Calla palustris**) und dem wachholderblätterigen Steinbrech (**Saxifraga juniperifolia**) erinnert dagegen einigermaßen an den Pollenfall bei den Korbblütlern. Die Blüten dieser Pflanzen sind in kurze Ähren oder ährenförmige Büschel zusammengedrängt. Sie sind proterogyn, die Narben in der unteren Hälfte des Blütenstandes werden erst dann belegungsfähig, wenn die darübergestellten Blüten Pollen ausbieten. Wenn nun dieser Pollen bei dem Schrumpfen der Antheren abgestoßen wird, so gelangt er unvermeidlich auf die darunterstehenden belegungsfähigen Narben. Bei jenen Arten der Gattung Ehrenpreis, welche ährenförmige Blütenstände haben (**Veronica maritima, spicata, spuria** 2c.), weicht der Vorgang der Geitonogamie von dem soeben geschilderten insofern ab, als hier der Griffel im Verlaufe des Blühens eigentümliche Bewegungen ausführt. Die gedrängt beisammenstehenden Blüten sind ausgesprochen proterogyn, und die Narben der zuerst sich entfaltenden Blüten sind an jedem Stocke auf den Pollen anderer Stöcke, beziehentlich anderer Arten angewiesen. Das dauert ein paar Tage. Mittlerweile haben sich die Staubfäden der ersten, an den Ähren den untersten Platz einnehmenden Blüten sehr verlängert und die Antheren dort hingeschoben, wo anfänglich die Narben gestanden hatten; die Antheren springen auf und bieten den Pollen aus. Aber kurz bevor das Aufspringen der Antheren stattfand, haben sich die Griffel knieförmig nach abwärts gebogen, so daß ihre Narben mit dem aus den besagten Antheren hervorquellenden Pollen nicht in Berührung kommen können. Erst dann, wenn dieser Pollen infolge des Schrumpfens der Antheren abgefallen oder durch blütenbesuchende Insekten weggetragen ist, strecken sich die Griffel wieder gerade und stehen nahezu wagerecht von der Ährenspindel ab. Die Entwickelung nimmt in den weiter aufwärts an der Ährenspindel sitzenden Blüten genau denselben Verlauf, wie er an den untersten Blüten soeben geschildert worden ist, doch sind dort begreiflicherweise alle Entwickelungsstufen um ein paar Tage verspätet. Diese Verspätung ist aber die Ursache, daß zu derselben Zeit, in welcher die Griffel der tiefer gestellten Blüten sich wieder gerade strecken, aus den schrumpfenden Antheren der höher

gestellten Blüten Pollen abfällt. Die noch immer frischen Narben am Ende der Griffel in den unteren Blüten kommen daher in die Falllinie des Pollens der höher gestellten Nachbarblüten und werden auch mit diesem Pollen in ausgiebiger Weise belegt.

Ein ähnlicher Vorgang spielt sich auch an dem auf S. 308 abgebildeten Eremurus ab, doch findet bei dieser Pflanze kein Pollenfall statt, sondern die Narben an der Spitze der sich gerade streckenden Griffel kommen gelegentlich dieser Lageänderung mit dem orangegelben Pollen, welcher noch in den verschrumpften Antheren höher stehender Blüten haftet, in Berührung. Manche Griffel streifen freilich bei den Antheren auch vorbei, ohne daß diese Berührung stattfände, und viele Narben in der Blütentraube des Eremurus gehen daher leer aus. Da auch die Übertragung des Pollens durch Insekten bei dieser Pflanze nicht gerade häufig vorkommt, so ist es begreiflich, daß aus den vielen Fruchtanlagen in den Trauben des Eremurus gewöhnlich nur wenige Früchte hervorgehen. Es ist das um so bemerkenswerter, als den Blüten dieser Pflanze eine Eigentümlichkeit zukommt, welche im allgemeinen für das Zustandekommen der Kreuzung sehr vorteilhaft ist, nämlich eine ganz außergewöhnliche Langlebigkeit der Narben. Sobald sich das Perigon einer Blüte öffnet, zeigt sich die Narbe bereits belegungsfähig; wenn sich dann die Perigonzipfel einrollen, um die Gestalt und Farbe von Blattläusen anzunehmen (s. S. 167), und wenn der Griffel wie der Zeiger einer Uhr gegen die Spindel des Blütenstandes bewegt wird, bleibt die Narbe noch immer belegungsfähig, und sie ist es auch dann noch, wenn der Griffel sich schließlich wieder gerade gestreckt und schräg nach aufwärts gerichtet hat.

Ein eigentümlicher Fall der Geitonogamie wird an dem Allermannsharnische (Allium Victorialis) beobachtet. Jede Dolbe dieser Pflanze wird aus Blüten sehr verschiedenen Alters zusammengesetzt. Bevor die ersten Blüten zur Neige gehen, welken und verschrumpfen, sieht man ihre pollenbedeckten Antheren deutlich über den Rand des Perigons hinausragen. In den jüngeren Blüten sind zu derselben Zeit die Antheren noch geschlossen und von den Perigonblättern verdeckt, während die belegungsfähigen Narben bereits über das Perigon emporragen. Wenn nun diese jungen, bisher kurzgestielten Blüten infolge der Verlängerung ihrer Stiele in die Höhe gehoben und zwischen die alten Blüten eingeschoben werden, so ist es unvermeidlich, daß von den Narben der jungen Blüten der Pollen der alten Blüten abgestreift wird, oder daß derselbe abfallend auf die Narben der jungen Blüten gelangt.

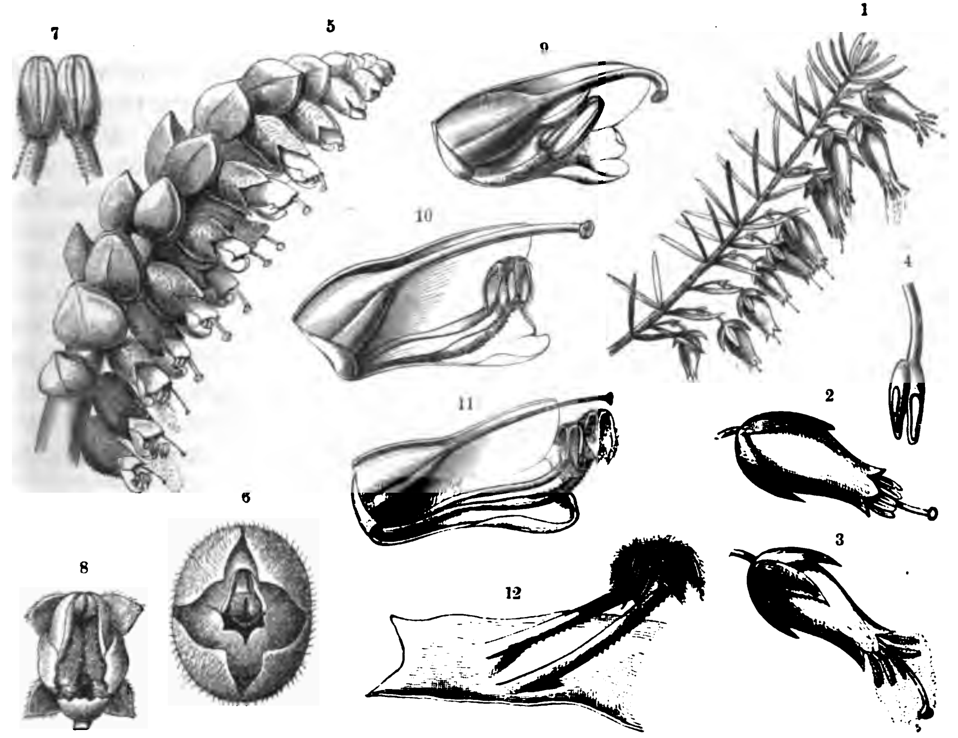
Überaus merkwürdig ist auch die Geitonogamie bei dem unter dem Volksnamen Natterwurz bekannten Wiesenknöteriche (Polygonum Bistorta). Dieselbe wird insbesondere dadurch sehr verwickelt, daß die eigentümliche Verteilung der Geschlechter mit einer ausgesprochenen Dichogamie und einer seltsamen Art des Aufblühens verbunden ist. Ich will es versuchen, diesen Fall so kurz wie möglich darzustellen. Der Blütenstand, welcher den Eindruck einer Ähre macht, wird aus sehr zahlreichen kleinen zweiblütigen Trugdöldchen zusammengesetzt. Von den zwei Blüten eines Trugdöldchens ist die eine langgriffelig und eine echte Zwitterblüte, während die andere neben den gut entwickelten Pollenblättern kurze Griffel und verkümmernde Fruchtanlagen enthält, die niemals zu Früchten werden, so daß man diese letztere Blüte als scheinzwitterige Pollenblüte anzusprechen hat. In sämtlichen Trugdöldchen blühen zunächst die langgriffeligen Zwitterblüten auf, und zwar beginnt das Aufblühen zu unterst an der Scheinähre und schreitet von da allmählich bis zum Gipfel fort. Erst dann, wenn die oberste der langgriffeligen Zwitterblüten sich geöffnet hat, kommt die Reihe auch an die scheinzwitterigen Pollenblüten, und diese halten sich wieder genau an das Vorbild ihrer Nachbarn, d. h. es entwickeln sich zuerst die untersten, während die obersten als die letzten aufblühen. Die langgriffeligen Blüten sind proterandrisch. Im Beginne des Blühens ragen die mit Pollen bedeckten Antheren um 1 mm über das Perigon vor; die Griffel sind dagegen noch kurz und im Inneren des Perigons versteckt. Zu dieser Zeit kann nur Pollen

von den Blüten abgeholt werden. Nun fallen die Antheren ab, die Griffel verlängern sich und ragen 3 mm über das Perigon vor. Um diese Zeit erscheint die ganze Ähre mit belegungsfähigen Narben besetzt, welche nur mit dem Pollen anderer Stöcke durch Vermittelung der Insekten belegt werden können. Dieser Zustand dauert aber nicht lange; denn jetzt öffnen sich nacheinander in rascher Folge auch die scheinzwitterigen Pollenblüten. Ihre mit Pollen reichlich bedeckten Antheren ragen 3 mm über das Perigon vor, kommen mit den noch immer belegungsfähigen Narben der Nachbarblüten zusammen, und es findet Geitonogamie statt. Sobald das geschehen ist, lösen sich die scheinzwitterigen Pollenblüten von der Spindel der Ähre ab und fallen zu Boden. Für jene Narben, welche schon früher durch Vermittelung der Insekten den Pollen anderer Stöcke erhalten haben sollten, ist diese Geitonogamie allerdings wertlos, für jene dagegen, welche nicht von Insekten besucht wurden, ist das Zustandekommen mit dem Pollen der Nachbarblüten von größter Wichtigkeit; denn sie würden sonst verwelken, ohne belegt worden zu sein, und in diesem Sinne könnte man die scheinzwitterigen Pollenblüten des **Polygonum Bistorta** geradezu als Reserveblüten ansehen, welche für den Fall ausbleibenden Insektenbesuches noch im letzten Augenblicke den Pollen zu liefern haben.

In mancher Beziehung mit dem hier geschilderten Falle übereinstimmend, verhalten sich mehrere mit dem Wiesenknöteriche verwandte Pflanzen aus den Gattungen Rhabarber und Ampfer (**Rheum, Rumex**) sowie zahlreiche Arten der zu den Ranunkulaceen gehörenden Gattung Wiesenraute (**Thalictrum**). Die Zwitterblüten des Rhabarbers sind proterandrisch, die Antheren werden eine nach der anderen über den Rand des kleinen, glockenförmigen Perigons vorgeschoben, öffnen sich dort, entbinden mehligen Pollen, der sich bei Erschütterungen leicht ablöst, und fallen bald darauf selbst von ihren Trägern ab. Zu dieser Zeit sind die drei dem Scheitel des Fruchtknotens aufsitzenden Griffel zurückgekrümmt, und die von ihnen getragenen großen und gewulsteten blumenkohlartigen Narben sind im Grunde des Perigons so versteckt, daß der Pollen keinen Zutritt zu denselben finden kann. Erst dann, wenn sämtliche Antheren abgefallen sind, strecken sich die Griffel gerade, und es werden die Narben als ein dreilappiger, dicker Wulst vor den Rand des Perigons gestellt. Da nun die Entwickelung in den umfangreichen Blütensträußen der Rhabarberpflanze ganz allmählich erfolgt und zur Zeit, wenn die eine Blüte abwelkt, eine andere neben ihr erst geöffnet wird, so kommt auf die Narben der älteren Blüten regelmäßig der aus den Antheren jüngerer Nachbarblüten ausgeschüttelte Pollen zu liegen. Zuweilen sind es auch die in dem Blütenstande der Rhabarberpflanze enthaltenen und zu allerletzt geöffneten scheinzwitterigen Pollenblüten, welche den Pollen für die benachbarten Zwitterblüten liefern müssen und dann abfallen, wenn sie ihre Schuldigkeit gethan haben. Der zur Geitonogamie führende Entwickelungsgang bei dem Alpenampfer (**Rumex alpinus**) unterscheidet sich von jenem bei der Rhabarberpflanze dadurch, daß die Narben aus ihren anfänglichen Verstecken in der Tiefe des Perigons nicht infolge der Streckung der Griffel, sondern durch Zurückschlagen der verdeckenden Perigonblätter zum Vorscheine kommen, und bei den Wiesenrauten aus der Verwandtschaft des **Thalictrum alpinum, foetidum** und **minus** werden die anfänglich unter den Blumenblättern geborgenen Narben dadurch entblößt und für den Pollen der Nachbarblüten zugänglich gemacht, daß sich die verhüllenden Blumenblätter ablösen und abfallen.

Die zuletzt besprochenen Pflanzen haben mehligen Pollen, der bei ruhendem Winde lotrecht auf die Narben benachbarter Blüten herabfallen kann, bei dessen Übertragung aber sehr häufig auch Luftströmungen beteiligt sind. Insofern bilden sie den Übergang zu einer Gruppe von Pflanzen mit zwitterigen Blüten, bei welchen die Geitonogamie vorwaltend durch Luftströmungen vermittelt wird, wenn auch auf andere Weise als bei den Wiesenrauten, Ampfer- und Rhabarberarten. Es wurde dieser Gewächse schon

bei früherer Gelegenheit gedacht, als es sich nämlich darum handelte, die Unzulänglichkeit der Einteilung in tierblütige und windblütige Pflanzen nachzuweisen (s. S. 128). Die hierher gehörigen Arten sind nämlich beides, anfänglich sind sie tierblütig, später windblütig. Der in den Alpenländern von den Thalsohlen bis hinauf zu den höchsten Kuppen der Kalkberge verbreitete Frühlingsheiderich (Erica carnea), welcher als Vorbild für ein paar hundert Ericaceen dienen kann, wird viel und gern von Bienen besucht, und wie die Erfahrung lehrt, werden gelegentlich dieser Besuche vielfache Kreuzungen der Blüten teils des-



Geitonogamie mit stäubendem Pollen: 1. Erica carnea; Zweig mit einseitig gestellten Blüten. — 2. Blüte dieser Pflanze im ersten Entwickelungsstadium. — 3. Dieselbe Blüte im letzten Entwickelungsstadium. — 4. Ein einzelnes Pollenblatt der Erica carnea. — 5. Lathraea Squamaria; oberer Teil des Blütenstandes. — 6. Vordere Ansicht der soeben geöffneten Blüte. — 7. Zwei Antheren aus dieser Blüte, deren Fächer noch geschlossen sind. — 8. Vordere Ansicht einer Blüte in späterem Entwickelungsstadium. — 9, 10, 11. Längsschnitte durch drei Blüten, welche sich im ersten, zweiten und dritten Entwickelungsstadium befinden. — 12. Zwei Antheren, aus deren Fächern der stäubende Pollen ausgefallen ist. — Fig. 1 und 5 in natürlicher Größe; die anderen Figuren etwas vergrößert. Vgl. Text, S. 327—329.

selben, teils verschiedener Stöcke veranlaßt. Aber noch viel häufiger findet bei dieser Pflanze Kreuzung benachbarter Blüten vermittelst Luftströmungen statt. Wie das kommt, soll mit Zuhilfenahme der obenstehenden Abbildung, Fig. 1—4, erläutert werden. Die reihenförmig gruppierten Blüten sind mit ihrer Mündung sämtlich nach einer Seite und zugleich schräg nach abwärts gewendet (Fig. 1). Ihre Entwickelung beginnt zu oberst an den Zweigen und schreitet von da allgemach nach unten vor. Gleichzeitig mit dem Öffnen der Blumenkrone kommt die Narbe in Sicht. Dieselbe wird von dem sich verlängernden Griffel über den Saum der Blumenkrone weit vorgeschoben. Die um den Griffel herumstehenden Antheren sind noch geschlossen und stecken ganz oder halb verborgen in der Blumenkrone (Fig. 2). Wenn jetzt Bienen angeflogen kommen, um im Blütengrunde Honig zu saugen, so ist es bei der eigentümlichen Stellung des Griffels unvermeidlich, daß die Narbe gestreift wird. Für den Fall, daß die Bienen von anderen Eriken Pollen mitgebracht haben sollten, erfolgt sofort

eine Kreuzung verschiedener Stöcke. Mittlerweile haben sich auch an den Antheren große Löcher ausgebildet (s. Abbildung, S. 327, Fig. 3). Da aber die Öffnungen der benachbarten Antheren genau aufeinander passen und in dieser Lage durch die an der Mündung etwas verengerte Blumenkrone wie von einem Ringe zusammengehalten werden, so bleibt der Pollen in den Antherenfächern aufgespeichert, und erst dann, wenn eine kleine Verschiebung der Antheren stattfindet, fallen die Pollentetraden als Staub heraus. Die Verschiebung der Antheren findet aber jedesmal statt, wenn Bienen ihren Rüssel zu dem Honig des Blütengrundes einführen, und es werden daher dieselben Bienen, welche bei dem Anfluge zuerst an die vorstehende Narbe anstreifen, im nächsten Augenblicke am Rüssel, Kopf und Brust mit Pollen bestreut. Besucht die bestäubte Biene kurz danach die Blüten anderer Stöcke, so muß die schon erwähnte Kreuzung erfolgen, und dort, wo verschiedene zu gleicher Zeit blühende Eriken wachsen, wird es auch an zweiartiger Kreuzung nicht fehlen. Mag nun die Narbe einer Blüte durch Vermittelung der Bienen mit dem Pollen eines anderen Stockes oder einer anderen Art belegt worden sein oder nicht, stets welkt sie nach ein paar Tagen ab und ist dann nicht mehr fähig, Pollen aufzunehmen. Dagegen verlängern sich in derselben Blüte die Staubfäden und schieben die von ihnen getragenen Antheren vor die Mündung der Blumenkrone. Dadurch verlieren diese Antheren ihren Zusammenhalt, trennen sich, und der Pollen fällt aus ihren Fächern bei der leisesten Erschütterung heraus (s. Abbildung, S. 327, Fig. 4). Es genügt ein unbedeutendes Schwanken des blütentragenden Zweiges, um jetzt das Ausfallen des Pollens zu veranlassen. Die noch belegungsfähigen klebrigen Narben der jüngeren Blüten, und zwar sowohl jene in der unmittelbaren Nachbarschaft an denselben Zweigen als auch die entfernter stehenden an anderen Zweigen des gleichen Stockes, werden nun unvermeidlich mit dem stäubenden Pollen belegt.

An dem Blütenstande der Schuppenwurz (Lathraea Squamaria) spielt sich die Kreuzung im großen und ganzen in derselben Weise ab. Die Blüten sind ähnlich jenen des Frühlingsheideriches einseitig nach jener Gegend gewendet, von welcher ein Anflug der Insekten zu erwarten steht (s. Abbildung, S. 327, Fig. 5). Sie sind proterogyn, und die belegungsfähige Narbe ragt bereits etwas über den Saum der Blumenkrone vor, wenn sich diese kaum geöffnet hat, und wenn die dahinter stehenden Antheren noch geschlossen sind (s. S. 327, Fig. 6, 7 und 9). In diesem Zeitabschnitte kann die Narbe nur mit Pollen anderer in der Entwickelung schon weiter vorgeschrittener Stöcke derselben Art, beziehentlich anderer, zeitiger blühender Arten belegt werden. Blumenkrone, Griffel und Antherenträger wachsen noch fortwährend in die Länge; der bisher hakenförmig gekrümmte Griffel streckt sich gerade, die Narbe, welche früher vor die enge Pforte der Blüte gestellt war, nimmt nun eine höhere Lage ein, die Antheren springen auf, und die Blüte ist nun in ihr zweites Entwickelungsstadium getreten (s. S. 327, Fig. 8 und 10). Die Belegung der Narben erfolgt zu dieser Zeit durch Vermittelung der Insekten. Erfahrungsgemäß sind es Hummeln, welche den von einem fleischigen Wulste unterhalb des Fruchtknotens abgeschiedenen Honig saugen und den Pollen der Schuppenwurz von Blüte zu Blüte übertragen. Wenn sie anfliegen, streifen sie zunächst die vorstehende Narbe und belegen dieselbe mit dem Pollen, den sie anderswo aufgeladen haben, und fahren dann mit ihrem Rüssel zwischen die oberseits mittels weicher Haare verketteten Antheren ein. Sie müssen diesen Weg um so pünktlicher einhalten, als sie sonst zu Schaden kommen würden. Die Antherenträger sind nämlich unterhalb der Antheren mit spitzen Dörnchen besetzt (s. S. 327, Fig. 10), dessen nachteiliger Berührung die Hummeln sorgfältig ausweichen. Sie fahren also zwischen den gegenüberliegenden und zusammenschließenden Antheren der als Streuzangen ausgebildeten Pollenblätter ein, drängen diese auseinander, bewirken dadurch ein Ausfallen des Pollens und werden am Rüssel und Kopfe mit dem mehligen Pollen eingestäubt. Und nun kommt die dritte und letzte Entwickelungsstufe.

Der Griffel und die Narbe verwelken, schrumpfen und vertrocknen, die Staubfäden verlängern sich und schieben die von ihnen getragenen Antheren vor den Saum der Blumenkrone (s. Abbildung, S. 327, Fig. 11 und 12). Hier hört der bisherige Zusammenhalt der gegenüberstehenden Antheren auf; sie trennen sich, der in ihren Nischen enthaltene Pollen wird bei Erschütterung durch den anprallenden Wind entführt und zu den noch belegungsfähigen Narben jüngerer Nachbarblüten hingetragen. Wurde eine Blüte schon früher von Hummeln besucht, so ist wohl nur noch wenig Blütenstaub in den Nischen der Antheren vorhanden; fand jedoch kein Insektenbesuch statt, so sind die aus der Blüte herausgeschobenen Antheren noch reichlich mit Pollen erfüllt, und dieser wirbelt dann auch in Form kleiner Wölkchen zu den Narben der jungen Blüten im oberen Teile der Ähre empor. Die Geitonogamie kommt demnach hier wie in so vielen anderen Fällen erst gegen Ende des Blühens zu stande. Anfänglich erscheint die Blüte auf eine zweiartige Kreuzung, dann auf eine Kreuzung verschiedener Stöcke derselben Art und erst, wenn diese beiden Vorgänge infolge ausbleibenden Insektenbesuches nicht stattgefunden haben, auf eine Kreuzung benachbarter Blüten desselben Stockes berechnet. Die Vorgänge und Einrichtungen in den Blüten der Clandestina rectiflora, Bartsia alpina und einiger anderer Rhinanthaceen stimmen in der Hauptsache mit jenen bei der Schuppenwurz überein, und es kann daher auf eine eingehende Schilderung derselben füglich verzichtet werden. Dagegen kommt hier zum Schlusse mit Rücksicht auf die Geitonogamie ihrer Zwitterblüten noch die zu den Sternkräutern gehörige persische Crucianella stylosa zur Besprechung. Es wurde diese Pflanze schon bei früherer Gelegenheit (S. 265) erwähnt und von ihr erzählt, daß bei Berührung der zu einem Hohlkegel zusammenschließenden Kronenzipfel ein plötzliches Aufklappen des Blütensaumes und ein Ausschleudern des in dem Hohlkegel geborgenen Pollens erfolgt. Wenn Insekten diese Berührung ausführen, so werden sie mit dem ausgeschleuderten Pollen eingestäubt, und wenn diese Insekten weiterhin noch andere Blüten derselben Crucianella besuchen, aus deren Mitte der schlanke, an seinem verdickten Ende das Narbengewebe tragende Griffel emporragt (s. Abbildung, S. 265, Fig. 5), so wird es nicht zu umgehen sein, daß sie den an ihrem Leibe hängenden Pollen auf dieses Narbengewebe bringen. Wenn aber Insektenbesuch ausbleibt, so erfolgt schließlich das Aufklappen des Blütensaumes und das Ausschleudern des Pollens von selbst; der ausgeschleuderte staubförmige Pollen verbreitet sich in der Luft der Umgebung und gelangt so zu den belegungsfähigen Narben der näheren und ferneren Nachbarblüten.

Autogamie.

Unter Autogamie versteht man die Belegung der Narben mit Pollen aus den zuständigen Pollenblättern. Zuständige Pollenblätter aber werden diejenigen genannt, welche neben den zu belegenden Narben in derselben Blüte stehen. Autogamie kann demnach nur in Zwitterblüten vorkommen, woraus aber nicht gefolgert werden darf, daß in Zwitterblüten nur Autogamie stattfinden könne. Daß die letztere Folgerung irrigerweise von Linné gemacht wurde, ist in dem vorhergehenden Kapitel erörtert. Es wurde daselbst auf eine fast unerschöpfliche Menge von Einrichtungen hingewiesen, welche in den Zwitterblüten eine Kreuzung herbeizuführen im stande sind, und zwar in erster Linie Kreuzung verschiedener Arten, in zweiter Linie Kreuzung der Blüten verschiedener Stöcke einer Art, und endlich Kreuzung der Blüten desselben Stockes. Dieses wichtige Ergebnis neuerer Untersuchungen führte nicht nur zu einer Berichtigung der Ansichten des berühmten schwedischen Botanikers, sondern zu dem Glauben, daß die Autogamie im Pflanzenreiche vermieden sei. Darwin meinte sogar, daß etwas Nachteiliges in der Autogamie liegen müsse, da so viele Anzeichen

zur Verhinderung derselben vorliegen. Dieser Ausspruch, obschon gegenwärtig ziemlich allgemein als Lehrsatz geltend und sogar als Naturgesetz hingestellt, ist aber nicht der richtige Ausdruck der beobachteten Thatsachen. Richtig ist, daß in erster Linie eine Kreuzung angestrebt erscheint, aber unrichtig ist, daß die Autogamie vermieden sei. Wenn eine Kreuzung stattgefunden hat, dann ist selbstverständlich eine nachfolgende Autogamie bedeutungslos, wenn aber die Kreuzung unterblieben ist, dann tritt die Autogamie in ihre Rechte, und die Einrichtungen, welche getroffen sind, um die Autogamie herbeizuführen, sind nicht weniger mannigfaltig als die, durch welche die Kreuzung angestrebt erscheint. Darin liegt eben das Wunderbare in dem Baue der Blüten, daß durch ihn zu verschiedenen Zeiten zweierlei, gewissermaßen entgegengesetzte Ziele angestrebt sind: Kreuzung und Autogamie.

Da dieses Ergebnis die wichtigste Grundlage für die später zu entwickelnde Theorie über die Entstehung der Pflanzenarten bildet, so ist es unerläßlich, die Beobachtungen, welche zu demselben geführt haben, vorausgehend mitzuteilen. Das ist freilich keine leichte Aufgabe. Seit 25 Jahren wurden von mir die Blüten von weit mehr als tausend Pflanzenarten, teils an ihren ursprünglichen Standorten in der freien Natur, teils in den Gärten, die mir zur Verfügung standen, in allen Stufen der Entwickelung, vom Aufknospen bis zum Abblühen, mit Rücksicht auf die hier in Rede stehenden Vorgänge untersucht, und der Aufzeichnungen sind so viele, daß selbst kurzgefaßte Darstellungen der Einzelfälle mehrere Bände vom Umfange des vorliegenden füllen würden. Ich muß mich daher begnügen, die Einzelfälle im Hinblicke auf ihre Übereinstimmung und Ähnlichkeit in Gruppen zusammenzufassen. Aber auch von diesen Gruppen ergibt sich eine erstaunlich große Anzahl, und selbst bei übersichtlicher Schilderung derselben ist immer noch eine weitgehende Beschränkung notwendig. Das Geratenste dürfte unter solchen Umständen wohl sein, für jede der zu besprechenden Einrichtungen eine Pflanzenart als Vorbild besonders hervorzuheben und an ihr dasjenige, was bemerkenswert ist, mit kurzen Worten zu schildern. Da die zu schildernden Vorgänge während des Blühens trotz der größten Mannigfaltigkeit dennoch auf ein und dasselbe abzielen, und da für die stets wiederkehrenden Dinge immer die gleichen Ausdrücke gebraucht werden müssen, so ist Eintönigkeit in den nachfolgenden Darstellungen nicht zu vermeiden, und ich muß den Leser ersuchen, sich für dieses Kapitel mit besonderer Langmut auszurüsten.

Der einfachste zur Autogamie führende Vorgang ist folgender. Die Blüte öffnet sich; die Narbe steht vor dem Eingange in den Blütengrund und ist bereits belegungsfähig; die Antheren liegen der Narbe dicht an, sind aber noch geschlossen. Autogamie ist jetzt unmöglich, dagegen kann durch Wind oder blütenbesuchende Tiere eine Kreuzung eingeleitet werden. In der zweiten Hälfte der Blütezeit öffnen sich die zuständigen, der Narbe anliegenden Antheren und die Narbe wird unverweilt mit dem entbundenen Pollen derselben belegt. Bemerkenswerte Verschiedenheiten dieses einfachsten Falles der Autogamie sind nur wenige zu verzeichnen. Er wird insbesondere bei einjährigen kleinblumigen Gewächsen (z. B. **Centunculus minimus, Geranium pusillum, Lithospermum arvense**) und dann bei verschiedenen Zwiebelpflanzen aus der Abteilung der Lilifloreen, z. B. mehreren Arten der Gattungen **Fritillaria** und **Narcissus**, sämtlichen Arten der Gattungen **Trillium** und **Uvularia** und einigen Safranen (**Crocus**) beobachtet. Bei **Trillium grandiflorum** und **Uvularia grandiflora** sind in jedem der drei von den spreizenden Narben gebildeten Winkel je zwei Antheren eingelagert, und es wird aus jeder geöffneten Anthere nur der Pollen der nach innen gewendeten Antherenhälfte bei der Autogamie verwendet, während der Pollen der nach außen sehenden Antherenhälfte auch nach erfolgter Autogamie noch von Insekten abgeholt werden kann. Bei der Kaiserkrone (**Fritillaria imperialis**) gelangt nur der Pollen der drei längeren Pollenblätter auf die zuständige Narbe. Bei

dieser Pflanze sind nämlich von den sechs Pollenblättern drei länger und drei kürzer; nur die Antheren der drei längeren liegen der dreizackigen Narbe an, und diese öffnen sich auch um einen Tag später als jene, welche von den drei kürzeren Pollenblättern angehören. Mit dem Öffnen ist ein Schrumpfen und mit dem Schrumpfen eine Verkürzung der Antheren von 20 auf 10 mm verbunden, und es wird hier seltsamerweise der entbundene Pollen bei dem Verschrumpfen und Verkürzen der Antheren durch die Ränder der anliegenden Narben förmlich abgeschabt. Bei dem die Wiesen der Alpenthäler im ersten Frühlinge mit Milliarden von Blüten schmückenden Safran Crocus albiflorus liegen die Antheren im Beginne des Blühens mit ihrer gewölbten Rückseite der Narbe an. Die mit haftendem Pollen erfüllten Antherenfächer sind auswärts gewendet und so eingestellt, daß die zum Honig des Blütengrundes einfahrenden Insekten den aus den Antherenfächern hervorgequollenen Pollen abstreifen und aufladen müssen. Anderseits nehmen die Narben eine solche Lage ein, daß die einfahrenden Insekten, bevor sie noch die Antheren streifen, das belegungsfähige Gewebe berühren. Bei dieser gegenseitigen Lage der Narben und Antheren werden in der ersten Zeit des Blühens durch Insekten, welche diese Safranblüten besuchen, ohne Zweifel zahlreiche Kreuzungen eingeleitet, und da, wie gesagt, die Antheren mit ihrer pollenlosen Rückseite der Narbe anliegen, so kann jetzt eine Autogamie noch nicht stattfinden. Gegen den Schluß des Blühens findet aber eine Drehung der Antheren statt, welche zur Folge hat, daß der Pollen je eines Antherenfaches an die benachbarte Narbe angestreift wird. Diese Autogamie wird noch dadurch gefördert, daß sich im Verlaufe des Blühens die Röhre des Perigons um 5—15 und die dem Perigon angewachsenen Träger der Antheren um 3—4 mm verlängern. Infolge dieser Verlängerung werden die Antheren an den Rändern der Narben förmlich vorbeigeschoben und diese um so ausgiebiger mit Pollen belegt.

Bei mehreren einjährigen Windlingen, für welche der im mittelländischen Florengebiete heimische Convolvulus Siculus als Vorbild dienen mag, gabelt sich der Griffel in zwei ziemlich lange, schmale, fadenförmige Äste, welche das belegungsfähige Gewebe tragen und als Narben angesprochen werden. Die eine dieser Narben ist aufrecht und bildet die gerade Fortsetzung des Griffels, die andere steht unter einem Winkel von 60 Grad spreizend ab und stellt sich wie ein Schlagbaum in die Einfahrt zum Blütengrunde. Die Pollenblätter sind dem Griffel angeschmiegt, und die Antheren liegen schon beim Öffnen der Blumenkrone der aufrechten Narbe an. Zur Zeit des Aufspringens sind die Antheren nach außen gewendet, wodurch verhindert ist, daß die von ihnen verhüllte aufrechte Narbe schon im Beginne des Blühens mit Pollen belegt wird. Anderseits begünstigt diese Lage der Antheren, daß von den Insekten, welche zum Honig in den Löchern des Blütengrundes einfahren, Pollen abgestreift und mitgenommen wird. Wenn die Antheren späterhin schrumpfen, werden sie allseitig mit Pollen bedeckt, und dann ist es auch unvermeidlich, daß ein Teil des Pollens auf die aufrechte Narbe kommt und Autogamie stattfindet. Die wie ein Schlagbaum quer in die Einfahrt gestellte zweite Narbe wird nur selten mit Pollen aus den zuständigen Antheren belegt; dagegen wird an diese Narbe Pollen angestreift, welchen die honigsaugenden Insekten aus anderen Blüten mitbringen, und es liegt daher hier ein Fall vor, wo die eine Narbe auf Autogamie, die andere Narbe auf Kreuzung berechnet ist.

In hängenden Blüten, deren Antheren zu einem Streukegel vereinigt sind, **kommt die Autogamie dadurch zu stande, daß die Antherenträger gegen Ende des Blühens erschlaffen, so daß die mit Pollen gefüllten Fächer nicht mehr so fest wie früher zusammenschließen. Infolgedessen fällt der mehlige Pollen aus dem gelockerten Streukegel in die Tiefe und trifft dort auf die Narbe, welche noch immer klebrig und belegungsfähig ist.** Im Beginne des Blühens sind die hierher gehörigen Pflanzen, für welche als Vorbilder das Schneeglöckchen (Galanthus), die oft genannte und

auf S. 274, Fig. 1 abgebildete Soldanella (Soldanella) und das mit dieser verwandte, in der Blütenform aber lebhaft an Cyclamen erinnernde Dodecathion genannt sein mögen, auf Kreuzung angewiesen. Der Griffel ragt über den Streukegel der Antheren weit hinaus. Insekten, welche sich als Besucher einstellen, streifen zuerst die Narbe, lockern dann für einen Augenblick den Streukegel und werden sofort mit einer Prise des Pollens bestreut. Wenn sie dann andere Blüten besuchen, so belegen sie zunächst die Narbe derselben mit dem mitgebrachten Pollen und veranlassen dadurch eine Kreuzung. Sind dagegen die Insekten fern geblieben, so ist der Streukegel auch noch am Schlusse des Blühens mit mehligem Pollen erfüllt, und dieser Pollen fällt jetzt bei dem leichtesten Schwanken der hängenden Blüten, ja selbst ohne jeden Anstoß aus den Nischen der gelockerten Antheren in die Tiefe zu den Narben hinab.

Der soeben geschilderte Vorgang wird nur in hängenden Blüten, deren Antheren mehligen Pollen enthalten, und deren Pollenblätter als Streukegel ausgebildet sind, beobachtet. In Blüten, welche von wagerechten Stielen getragen werden, und deren Mündung und Weitung nach der Seite sieht, kann derselbe Erfolg auch erreicht werden, wenn die Pollenblätter voneinander getrennt sind. Nur ist es dann von Wichtigkeit, daß ein Teil der Antheren zur Zeit des Aufspringens genau über den Narben zu stehen kommt. Zur Erzielung der Kreuzung sind solche seitlich eingestellte Blüten nach der Ausbreitung der Blumenblätter proterogyn, später aber springen die Antheren auf, und ein Teil des entbundenen Pollens fällt bei dem Schrumpfen der Antherenwandungen lotrecht auf die zuständige Narbe herab. Dieser Fall der Autogamie wurde insbesondere an den Blüten der Tofjeldie (Tofjeldia) und an der Ährenlilie (Narthecium) beobachtet.

Auch in aufrechten Blüten kommt, und zwar ohne Lageänderung der Blumenblätter, Pollenblätter und Griffel, im zweiten Zeitabschnitte des Blühens die Autogamie bisweilen durch Pollenfall zu stande. Damit anfänglich eine Kreuzung ermöglicht ist, sind solche Blüten proterogyn. Später, wenn einmal die Antheren aufgesprungen sind, löst sich ein Teil des krümeligen Pollens ab und belegt die etwas tiefer stehende Narbe. In jenen aufrechten Blüten, deren Blumenkrone die Gestalt eines Trichters hat, gleitet der abfallende Pollen über die abschüssige glatte Wand des Trichters zur Narbe hinab, und es ist in solchen Fällen, wo die Blumenkrone gewissermaßen die Leitung des Pollens übernimmt, nicht unbedingt notwendig, daß die Antheren lotrecht über der Narbe stehen. Als Beispiel für die hierher gehörenden Pflanzen kann der Flieder (Syringa) dienen. Derselbe ist auch insofern bemerkenswert, daß seine Blüten nur sehr kurz proterogyn erscheinen, daß aber auch nach dem Aufspringen der Antheren einen oder zwei Tage hindurch die Autogamie noch nicht stattfinden kann, weil die Antheren auswärts gewendet sind. Bei dieser Lage der Antheren kann der aus ihnen hervorquellende Pollen nicht von selbst in die Röhre der Blumenkrone gelangen; erst später, wenn sich die Antheren infolge des allmählichen Schrumpfens der Wände ringsum mit Pollen bedecken, fällt ein Teil des Pollens zu der in der Röhre des Blumentrichters stehenden Narbe hinab.

Sehr oft kommt in aufrechten oder schräg emporgerichteten Blüten die Autogamie dadurch zu stande, daß im Verlaufe des Blühens die Antheren, welche anfänglich tiefer als die Narben stehen, infolge der Verlängerung ihrer Träger in die Höhe der Narben gebracht werden und dort ihren Pollen ablagern. Die meisten hierher gehörigen Arten sind proterogyn; die Träger der Antheren erscheinen aufrecht, liegen dem Fruchtknoten, beziehentlich dem Griffel an oder sind diesen doch parallel. Im Beginne des Blühens sieht man die Antheren von der Narbe so weit entfernt, daß der aus ihnen hervorquellende Pollen von selbst nicht auf die zuständige Narbe kommen würde, aber die hierauf erfolgende Streckung der Antherenträger ist dem Raume und der Zeit nach so bemessen, daß

die Antheren, sobald sie mit Pollen bedeckt sind, pünktlich in die Höhe der Narbe gelangen, sich an das belegungsfähige Gewebe anlegen und den Pollen unvermittelt zur Autogamie abgeben. Beispiele von Pflanzen, bei welchen dieser Vorgang beobachtet wird, sind das Moschuskraut (Adoxa Moschatellina), die meisten Arten des Knäuels (Scleranthus), die in den Südalpen weitverbreitete Bonarota (Paederota Bonarota), das seltsame im südlichen Afrika einheimische Aponogeton distachium und zahlreiche Schotengewächse, Steinbreche, Weidenröschen, Reiherschnabel, Windlinge und Nelkengewächse. Aus der großen Familie der Schotengewächse sind namentlich die in den Schneegruben der Hochgebirge vorkommenden kleinblütigen Arten Arabis coerulea, Braya alpina, Cardamine alpina, Rhizobotrya alpina sowie die einjährigen und zweijährigen Arten Lepidium campestre, sativum, Sisymbrium Alliaria, Thalianum, Thlaspi alliaceum und arvense erwähnenswert. Bei diesen Pflanzen bildet die Narbe ein dem Fruchtknoten aufsitzendes rundliches, kleines Kissen, welches sofort sichtbar wird, sobald sich die in der Knospe wie die Schindel eines Daches gruppierten Blätter der Krone auseinander schieben. Zu dieser Zeit kann die Narbe nur infolge einer von Insekten eingeleiteten Kreuzung belegt werden, da die sämtlichen Antheren der betreffenden Blüte noch geschlossen sind. Nun wachsen aber die vier langen Pollenblätter entlang der Wand des Fruchtknotens empor und zwar genau um so viel, wie notwendig ist, damit die von ihnen getragenen Antheren in gleiche Höhe mit der Narbe kommen. Da mittlerweile die Antheren aufgesprungen sind, so gelangt der aus denselben nun hervordrängende Pollen unvermeidlich auf die belegungsfähigen Zellen am Umfange der kissenförmigen Narbe. Wiederholt wurde übrigens beobachtet, daß nur eine der emporgeschobenen vier Antheren ihren Pollen an die zuständige Narbe abgibt, und daß die drei anderen zwar knapp neben die Narbe hingestellt werden, aber sie doch nicht unmittelbar berühren. Der Pollen dieser drei Antheren ist augenscheinlich dazu da, um von den kleinen, diese Schotengewächse besuchenden Fliegen abgeholt und auf andere jüngere Blüten zum Behufe der Kreuzung übertragen zu werden.

Die hier in Betracht kommenden Steinbreche (z. B. Saxifraga androsacea) haben zwei Narben, und diese sind schmal-lineal oder länglich. Der Pollen wird aus den emporgehobenen Antheren gewöhnlich an die Seiten der Narbe und zwar in der Nähe der Basis abgestreift. Aber auch hier ist bemerkenswert, daß meistenteils nur eine einzige von den fünf Antheren ihren Pollen zur Autogamie hergibt, und daß die anderen Antheren mit den Narben nicht in Berührung kommen, weil sie unterhalb derselben etwas zurückbleiben. Bei mehreren kleinblütigen Weidenröschen (Epilobium collinum, montanum, parviflorum 2c.) wird die Narbe aus vier abstehenden, kreuzweise vereinigten dicklichen Lappen gebildet, zwischen denen ebenso viele Winkel einspringen. Wenn die Blumenblätter zum erstenmal auseinander weichen, was immer am frühen Morgen geschieht, so sieht man die Antheren unterhalb der kreuzförmigen belegungsfähigen Narbe stehen, aber noch im Laufe desselben Tages verlängern sich die fadenförmigen Antherenträger so stark, daß die Antheren bis in die einspringenden Winkel der kreuzförmigen Narbe emporgehoben werden. Inzwischen haben sich auch die Antheren geöffnet, und bereits am Abende des ersten Tages erfolgt Autogamie, indem der Pollen aus den geöffneten Fächern der Antheren hervorquillt und die Narbe belegt. Während der Nacht schließen die Blumenblätter zusammen, und die Blüte wird etwas nickend, am nächsten Morgen gehen sie neuerdings auseinander, und man kann sehen, daß sich die Antherenträger noch um ein kleines Stück verlängert haben, daß zwei oder drei mit Pollen beladene Antheren jetzt sogar über der Narbe stehen und die Narbe teilweise verdecken. Wo tags vorher die Narbe stand, erscheint jetzt ein Knäuel aus pollenbedeckten Antheren, von welchem die besuchenden Insekten den Pollen abstreifen und zu anderen Blüten übertragen können. Am Morgen des ersten Tages ist demnach bei diesen Weidenröschenblüten

nur eine Kreuzung möglich, am Abende des ersten Tages findet Autogamie statt, und am darauf folgenden Tage ist Pollen zu Kreuzungen mit anderen jüngeren Blüten ausgeboten, eine Aufeinanderfolge, welche deutlich zeigt, daß die Autogamie nicht immer nur den Abschluß des Blühens bildet.

Bei mehreren kleinblumigen Arten der Gattung Reiherschnabel (Geranium columbinum, lucidum, Robertianum) spielen sich ähnliche Vorgänge ab. In der Mitte der zum erstenmal geöffneten Blüte sieht man eine fünfstrahlige, belegungsfähige Narbe und zehn Pollenblätter, deren Antheren aber sämtlich noch geschlossen sind. Fünf Pollenblätter sind länger, und die von ihnen getragenen Antheren stehen nahezu in gleicher Höhe mit der fünfstrahligen Narbe, fünf andere sind kürzer, und ihre Antheren bilden einen Kranz unterhalb der Narbe. Schon am Abende des ersten Tages haben sich die Antheren der längeren Pollenblätter geöffnet und ihren hervorquellenden Pollen an die Spitzen der benachbarten Narbenstrahlen abgegeben. Bei Geranium lucidum wird nicht einmal der Abend abgewartet, sondern es findet bei ihnen schon 4 Stunden nach der Eröffnung der Blumen die Belegung der zuständigen Narbe statt. Aber das Blühen ist damit bei diesen Pflanzen noch nicht zu Ende; die Blumen schließen sich während der Nacht und werden zum Schutze des Pollens nickend oder überhängend (s. Abbildung, S. 120, Fig. 1 und 2), und nachdem sich am folgenden Morgen die Blüten wieder aufgerichtet haben, verlängern sich die fünf vor den Kronenblättern stehenden Pollenblätter so weit, daß ihre mittlerweile aufgesprungenen Antheren in die Nischen zwischen den Narbenstrahlen eingeschoben werden, wodurch auch die seitlichen Ränder dieser Narbenstrahlen Pollen erhalten. Einige der Antheren werden dann überdies noch über die Narben emporgehoben, was offenbar wieder darauf berechnet ist, daß nun der zur Autogamie nicht verwendete Pollen von Insekten abgeholt und zu anderen Blüten, welche sich noch im ersten Entwickelungsstadium befinden, übertragen werde.

An mehreren Windlingen, für welche als Vorbild die bekannte Ipomaea purpurea gewählt sein mag, sind von den fünf Pollenblättern einer Blüte immer nur zwei oder drei an dem Zustandekommen der Autogamie beteiligt. Die dem Griffel parallelen und ihm meistens auch anliegenden Pollenblätter sind von ungleicher Länge; das kürzeste ist 9, das längste 17 und die anderen 11, 13 und 15 mm lang. Die Antheren stehen demzufolge in ungleicher Höhe neben- und übereinander und sind so gefügt, daß sie sich gegenseitig nicht verdecken, was den Vorteil hat, daß entlang der Zufahrt zum Honig des Blütengrundes auf einer verhältnismäßig weiten Strecke Pollen ausgeboten wird. Aber selbst die Anthere des längsten Pollenblattes steht bei Eröffnung der Blüten noch 3 mm unterhalb der Narbe. Bei dieser Stellung und bei dem Umstande, daß die Blüten proterogyn sind, kann im Beginne des Blühens nur eine durch Insekten vermittelte Kreuzung stattfinden. Später aber verlängern sich die Pollenblätter so weit, daß die Antheren der zwei oder drei längsten bis zur Höhe der Narbe gebracht werden und an diese ihren Pollen abgeben. Die Autogamie wird noch dadurch gefördert, daß die am Schlusse des Blühens sich einrollende Blumenkrone die pollenbedeckten Antheren förmlich an die Narbe anpreßt.

An diese Windlinge schließt sich eine lange Reihe von proterandrischen Nelken, vorwaltend einjährige Gewächse, wie z. B. Agrostema Githago, Saponaria Vaccaria und Silene conica, bei welchen in übereinstimmender Weise durch die Verlängerung auswachsender Pollenblätter die Antheren zu den Narben gebracht werden. Die Veränderungen spielen sich in solchen Blüten sehr regelmäßig folgendermaßen ab: 1) Die Blumenblätter trennen sich, der Zugang zum Blütengrunde ist eröffnet, die Antheren der vor den Kelchblättern stehenden Pollenblätter sind bereits aufgesprungen und bieten Pollen aus, der von Insekten abgeholt und zu Kreuzungen mit anderen Blüten, aber nicht zur Autogamie verwendet werden kann, da das belegungsfähige Gewebe der zuständigen Griffel noch

unzugänglich ist. 2) Die Antheren der vor den Kelchblättern stehenden Pollenblätter sind abgefallen oder ihre Träger über den Umfang der Blüte hinausgebogen; die Griffel, welche das belegungsfähige Gewebe der Narbe tragen, spreizen auseinander und stellen sich wie die Speichen eines Rades in die Mitte der Blüte, damit sie von den mit aufgeladenem Pollen aus anderen Blüten heranfliegenden Insekten belegt werden können; die Antheren der vor den Kronenblättern stehenden Pollenblätter sind noch geschlossen. 3) Die zuletzt genannten Antheren werden von ihren in die Länge wachsenden aufrechten Trägern gehoben, gelangen dadurch in gleiche Höhe und in unmittelbare Berührung mit den spreizenden Narben, öffnen sich, entbinden Pollen und lagern diesen auf das belegungsfähige Narbengewebe ab. Bei den einjährigen Nelkengewächsen, wie z. B. bei Silene conica, vollzieht sich das alles im Laufe eines Tages, bei der ausdauernden Gletschernelke dagegen während 5—6 und, wenn schlechtes Wetter herrscht, während 7—9 Tagen.

Eine der häufigsten zur Autogamie führenden Einrichtungen ist folgende. Antheren und Narben befinden sich in gleicher Höhe, aber die Antheren stehen infolge der Lage und Richtung ihrer Träger so weit von der Narbe ab, daß eine Übertragung des haftenden Pollens von selbst nicht stattfinden kann. In dem geeigneten Zeitpunkte werden aber von den fadenförmigen geraden und steifen Antherenträgern eigentümliche Bewegungen ausgeführt, welche den Zweck haben, Pollen aus den Antheren auf die zuständigen Narben zu bringen. Die Antherenträger neigen sich gegen die Mitte der Blüte, die Antheren werden dadurch mit den dort befindlichen Narben in Berührung gebracht und drücken den aus ihren Fächern hervorgequollenen Pollen auf das belegungsfähige Gewebe. Bei einigen hierher gehörenden Pflanzen geht der an die Bewegung eines Uhrzeigers erinnernden Lageänderung eine Streckung und Verlängerung der Antherenträger voraus, und es bilden diese Pflanzen insofern den Übergang zu den früher besprochenen, in deren Blüten die Autogamie infolge des Auswachsens und der Verlängerung der Antherenträger stattfindet. Als solche wären insbesondere zu nennen Azalea procumbens, Draba aizoides, Haplophyllum Biebersteinii, die zahlreichen Steinbreche aus der Gruppe Aizoonia und Tridactylites und insbesondere viele Mieren und Nelkengewächse. Die Steinbreche zeigen im einzelnen zahlreiche Besonderheiten, welche aber ausführlich zu beschreiben hier nicht am Platze wäre. Es muß genügen, zwei derselben als Vorbilder für die beiden genannten Gruppen zu schildern, und ich wähle dazu die in den östlichen Kalkalpen heimische, im ersten Frühlinge blühende Art Saxifraga Burseriana und die in die Gruppe Tridactylites gehörende Saxifraga controversa. Die Blüten der Saxifraga Burseriana sind proterogyn, ihre zwei spreizenden Narben sind schon zur Zeit, wenn sich die Kronenblätter eben erst auseinander geschoben haben und die geschlossenen Antheren noch an kurzen Trägern im Blütengrunde sitzen, belegungsfähig. In dieser ersten Periode des Blühens ist die Blüte auf Kreuzung berechnet. Bald darauf verlängern sich in einer bestimmten Reihenfolge die vor den Kelchblättern stehenden Pollenblätter, und ihre mittlerweile aufgesprungenen Antheren kommen in die Höhe der Narbe zu stehen. Obschon der horizontale Abstand der Narbe von den pollenbedeckten Antheren ein sehr geringer ist, so genügt er dennoch, um zu verhindern, daß schon jetzt die Narbe mit dem Pollen dieser Antheren belegt wird. Zudem neigen sich die vor den Kelchblättern stehenden Pollenblätter alsbald nach außen, wodurch der Abstand ihrer Antheren von der Narbe noch sichtlich zunimmt. Gleichzeitig mit der Bewegung dieser vor den Kelchblättern stehenden Pollenblätter nach außen wachsen nun die vor den Kronenblättern stehenden Pollenblätter in die Höhe und zwar wieder in einer bestimmten Reihenfolge und so lange, bis ihre Antheren zu den Narben emporgehoben sind. Aber auch diese Antheren liegen anfänglich der Narbe nicht an, und es kommt vor, daß beim Ausbleiben der Insekten die Narbe selbst am sechsten Tage des Blühens noch nicht belegt

ist. Endlich aber am siebenten oder achten Tage bewegen sich alle oder doch ein Teil der Antherenträger gegen die Mitte der Blüte, und die pollenbedeckten Antheren schmiegen sich an die noch immer belegungsfähige Narbe. Gewöhnlich führen auch noch die fünf vor den Kelchblättern stehenden Pollenblätter dieselbe Bewegung aus, und es bilden dann schließlich sämtliche zehn Antheren der Blüte einen Kranz, welcher die Narbe umgibt, und von welchem noch immer Pollen zur Kreuzung mit anderen Blüten durch Insekten abgeholt werden kann. Die Blüten der **Saxifraga controversa** sind gleichfalls proterogyn und im ersten Zeitabschnitte des Blühens auf Kreuzung berechnet. Von den zehn Pollenblättern verlängern sich zuerst jene fünf, welche vor den Kelchblättern stehen, und zwar so lange, bis ihre inzwischen aufgesprungenen Antheren in die Höhe der Narbe kommen. Durch kurze Zeit ist noch ein kleiner Abstand zwischen diesen Antheren und den zuständigen Narben zu sehen, aber alsbald neigen die Träger der Antheren etwas gegen die Blütenmitte zusammen, und die Narben werden nun mit Pollen belegt. Ist das geschehen, so neigen sich die in Rede stehenden fünf Pollenblätter gegen den Umfang der Blüte, und die von ihnen getragenen entleerten und geschrumpften Antheren fallen ab. Inzwischen sind die fünf vor den Kronenblättern stehenden Pollenblätter in die Länge gewachsen, und ihre in die Höhe der Narben gestellten Antheren bieten Pollen aus. Dieser Pollen hat aber für die Autogamie keine Bedeutung mehr; die Narben sind, bald nachdem sie mit dem Pollen der fünf vor den Kelchblättern stehenden Pollenblätter belegt wurden, verwelkt und braun geworden und daher nicht mehr belegungsfähig. Der Pollen, welcher von den vor den Kronenblättern stehenden Pollenblättern ausgeboten wird, kann daher nur dazu bestimmt sein, daß er von Insekten abgeholt und zu anderen jüngeren Blüten übertragen wird. Mit anderen Worten, die fünf vor den Kelchblättern stehenden Antheren liefern den Pollen zur Autogamie, die fünf vor den Kronenblättern stehenden den Pollen zur Kreuzung.

Ähnlich wie bei diesen Steinbrechen sind auch bei den Mieren oder Alsineen zwei Wirtel von Pollenblättern in der Blüte zu sehen, solche, welche vor den Kelchblättern, und solche, welche vor den Kronenblättern stehen, und es ist überhaupt eine gewisse Ähnlichkeit in der ganzen Anordnung der Blütenteile nicht zu verkennen. Die hier in Betracht kommenden Mieren, für welche **Cerastium longirostre**, **Malachium aquaticum**, **Sagina saxatilis**, **Spergula arvensis** und **Stellaria media** als Beispiele dienen mögen, sind proterandrisch. Gleichzeitig mit dem Ausbreiten der Blumenblätter öffnen sich die Antheren der vor den Kelchblättern stehenden Pollenblätter und bieten Pollen zu Kreuzungen aus; die Griffel liegen zu dieser Zeit noch aneinander, und das aus glashellen kurzen Härchen gebildete Narbengewebe ist der Belegung noch nicht zugänglich. Es dauert aber nicht lange, so spreizen die Griffel auseinander, und das Narbengewebe nimmt infolgedessen eine solche Lage an, daß die von anderen Blüten kommenden und zu dem Honig einfahrenden Insekten, vorausgesetzt, daß sie Pollen mitbringen, eine Kreuzung einleiten. Bald darauf verlängern sich die Pollenblätter, welche vor den Kronenblättern stehen, und die Antheren derselben werden in gleiche Höhe mit dem Narbengewebe der spreizenden Griffel gebracht. Da die fadenförmigen Antherenträger aber schief nach außen abstehen und demzufolge ein wenn auch noch so geringer Abstand zwischen Narben und Antheren besteht, so kommt es noch immer nicht zur Autogamie. Erst im letzten Augenblicke, wenn sich die Blumen zu schließen beginnen, neigen sich die vor den Kronenblättern stehenden Pollenblätter gegen die Mitte der Blüte; die Antheren schmiegen sich an das Narbengewebe und belegen dasselbe mit dem noch immer reichlich vorhandenen Pollen. Bei den meisten hierher gehörigen Mieren legen sich gleichzeitig auch die Antheren der vor den Kelchblättern stehenden Pollenblätter an die Narben, aber bei einigen ragen diese über die Narbe und über die Blumenblätter hinaus, und es kann daher ihr Pollen auch nicht zur Autogamie verwendet werden. Diese letzteren, für

welche **Sagina saxatilis** als Vorbild dienen kann, zeigen demnach die bemerkenswerte Eigentümlichkeit, daß bei ihnen der Pollen der fünf vor den Kelchblättern stehenden Antheren zur Kreuzung, jener der fünf vor den Kronenblättern stehenden zur Autogamie dient, also gerade umgekehrt wie bei den früher besprochenen Steinbrechen.

An diese Reihe von Pflanzen, deren hauptsächlichste Vorbilder die Steinbreche aus der Gruppe **Aizoonia** und **Tridactylites** sowie die erwähnten Mieren bilden, schließt sich eine andere, welche vorwaltend aus Schotengewächsen besteht. Zum größten Teile sind es einjährige Arten mit kleinen Blüten, die nur spärlich von Insekten besucht werden, und deren Früchte der Mehrzahl nach als das Ergebnis der Autogamie angesehen werden müssen. **Cochlearia Groenlandica, Draba borealis** und **verna, Clypeola Messanensis, Lobularia nummularia, Hutchinsia alpina, Schieverekia Podolica, Lepidium Draba, Alyssum calycinum** sind einige wenige herausgegriffene Beispiele, deren Auswahl, nebenbei bemerkt, auch zeigen soll, daß die hier in Betracht kommenden Schotengewächse vom hohen Norden bis in die Sahara und von den Hochgebirgen bis in die Steppengebiete des Tieflandes verbreitet sind, und daß derselbe Vorgang der Autogamie unter den verschiedensten äußeren Verhältnissen sich wiederholt. Alle diese Schotengewächse sind proterogyn; sie haben zwei kürzere und vier längere steife Pollenblätter. Die Antheren der letzteren sind bei der Eröffnung der Blütenpforte noch geschlossen, stehen aber schon in gleicher Höhe mit der Narbe. Da diese Antheren von der Narbe in wagerechter Richtung etwas abstehen, so ist auch dann, wenn die Antherenfächer sich öffnen und Pollen hervorquillt, die Autogamie noch verhindert. Erst gegen das Ende des Blühens bewegen sich die steif aufrechten Antherenträger so weit gegen die Mitte der Blüte, daß der an den Antheren haftende Pollen auf die Narbe kommt. Der Pollen der kürzeren Pollenblätter gelangt dagegen nur bei wenigen Arten auf die zuständige Narbe; er soll von Insekten abgeholt und zu Kreuzungen verwendet werden, während der Pollen der längeren Pollenblätter vorwaltend der Autogamie dient. Bei **Lepidium Draba** ist die merkwürdige Einrichtung getroffen, daß die vier längeren Pollenblätter in der ersten Zeit des Blühens sich nach außen bewegen und hinter den Blumenblättern zeitweilig verstecken, so daß sie von den besuchenden Insekten nicht berührt und ihres Pollens nicht beraubt werden können. Dadurch ist eben der Vorteil erreicht, daß für alle Fälle Pollen zur schließlichen Autogamie vorhanden ist. Bei **Hutchinsia alpina** nähert sich von den vier längeren Pollenblättern gewöhnlich nur eines so weit der Narbe, daß diese mit Pollen belegt werden kann, und wenn diese Belegung stattgefunden hat, entfernt sich dieses Pollenblatt wieder gegen den Umfang der Blüte. Meistens spielen sich alle diese Vorgänge sehr rasch ab, bei **Alyssum calycinum** binnen wenigen Stunden, bei **Draba verna** in dem kurzen Zeitraume vom Morgen bis zum Abend.

Bei einigen einjährigen Arten der Gattung Sauerklee, für welche **Oxalis stricta** als Beispiel gewählt sein mag, sind in jeder Blüte fünf kürzere und fünf längere Pollenblätter vorhanden. Die Antheren der letzteren stehen in gleicher Höhe mit den Narben, wenn auch im Beginne des Blühens etwas abseits von denselben, so daß zu dieser Zeit durch anfliegende Insekten, welche mit Pollen behaftet von anderen Blüten herkommen und die Narben als Anflugsplatz benutzen, eine Kreuzung eingeleitet werden könnte. Aber schon nach wenigen Stunden neigen sich die längeren Pollenblätter zu den Narben und belegen dieselben mit Pollen. Auch in diesen Fällen kommt der Pollen der fünf kürzeren Pollenblätter nicht auf die zuständige Narbe und ist für die Insekten zur Verwendung bei Kreuzungen ausgeboten. Ähnlich wie bei diesen einjährigen Arten der Gattung Sauerklee bietet auch bei den meisten Hartheugewächsen (**Hypericum**) die ungleiche Länge der Pollenblätter in Verbindung mit ungleichzeitiger Geschlechtsreife den Vorteil, daß am Ende des Blühens Autogamie stattfindet, während früher verschiedenartige Kreuzungen von Insekten eingeleitet werden

können. Bei Hypericum perforatum, das hier als Beispiel gewählt sein mag, ist der Stempel von zahlreichen fadenförmigen, ungleich langen Antherenträgern umgeben; dieselben sind in der eben geöffneten Blüte so gruppiert, daß die längsten in unmittelbarer Nachbarschaft des mittelständigen Stempels, die kürzesten am Umfange der Blüte aufragen. Die Antheren entbinden ihren Pollen nicht gleichzeitig, sondern gruppenweise. Zuerst öffnen sich jene der kurzen, dann jene der mittleren und schließlich jene der langen Pollenblätter. Sobald eine Anthere sich öffnet, neigt sich ihr fadenförmiger Träger nach einwärts, und so kommt es, daß nacheinander die kurzen, die mittleren und die langen Fäden aufgerichtet und gegen die Mitte der Blüte gerückt werden. Da aber nur die Antheren der längsten Pollenblätter mit den Narben in gleicher Höhe stehen, so kann natürlich auch die Autogamie erst ganz zuletzt, kurz vor dem Verwelken der Blüte stattfinden.

Der weitverbreitete Milchstern (Ornithogalum umbellatum) zeigt in der geöffneten Blüte sechs in zwei dreigliederige Wirtel geordnete Pollenblätter. Jene des inneren Wirtels sind länger, und ihre Antheren öffnen sich zuerst; die des äußeren Wirtels sind kürzer, und ihre Antheren springen um einen Tag später auf. Alle sechs erscheinen zwar in der eben geöffneten Blüte aufrecht, stehen aber doch etwas schräg nach außen ab, so daß ihre Antheren von der kleinen in der Mitte der Blüte befindlichen Narbe um 3 mm entfernt sind. Solange sie diese Lage einhalten, kann der Pollen von selbst nicht auf die Narbe kommen, und es ist die Blüte zu dieser Zeit darauf angelegt, daß durch Vermittelung honigsuchender Insekten Kreuzungen stattfinden. Gegen das Ende des Blühens rücken sowohl die längeren als die kürzeren Pollenblätter gegen die Mitte vor; aber nur die Antheren der drei kürzeren schmiegen sich der Narbe an und belegen sie mit Pollen; jene der drei längeren kommen, weil sie höher stehen, mit der Narbe gar nicht in Berührung. Abweichend von den früher geschilderten Fällen ist daher bei dem Milchsterne der Pollen der kürzeren Pollenblätter zur Autogamie, jener der längeren zu Kreuzungen bestimmt. Das geht auch aus dem Umstande hervor, daß die Antheren der drei längeren Pollenblätter knapp vor die Zufahrt zu den Honiggrübchen des Fruchtknotens gestellt sind und dort von einfahrenden Insekten unvermeidlich gestreift werden, während vor den Antheren der drei kürzeren Pollenblätter kein Honig zu finden ist. Die Insekten machen daher gar keinen Versuch, dort einzufahren, was wieder zur Folge hat, daß dort der Pollen zurückbleibt und am Schlusse des Blühens zur Autogamie verwendet werden kann.

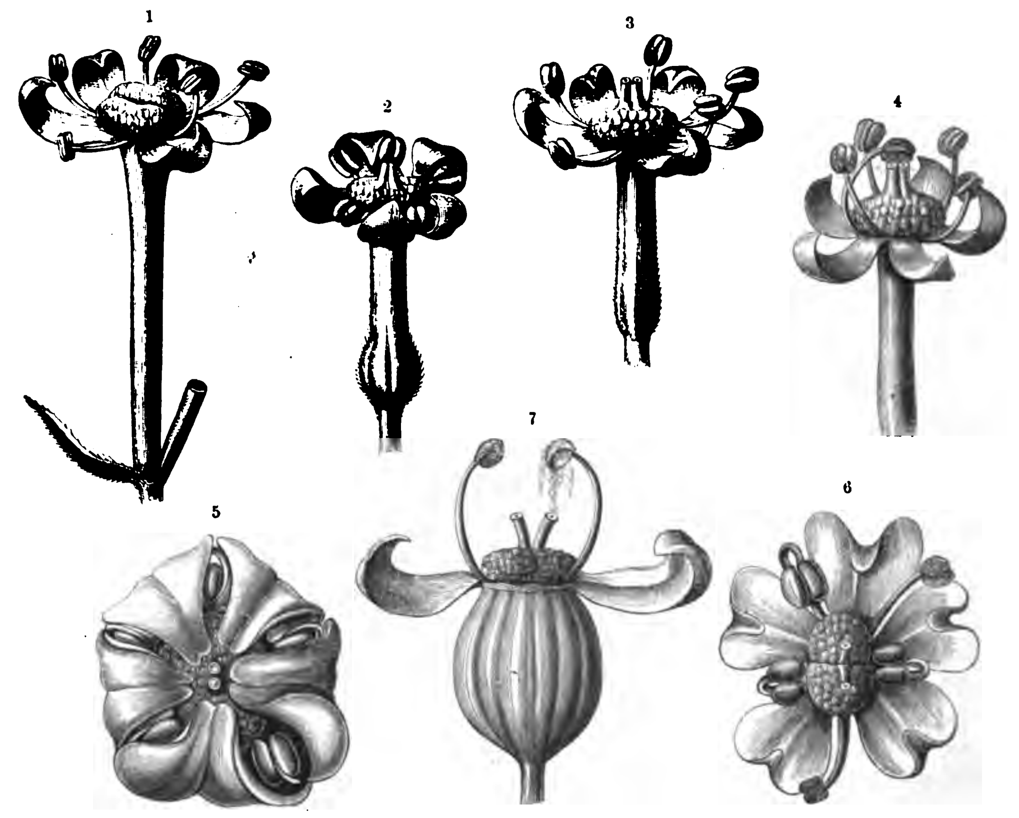
Eine eigentümliche Einrichtung zeigt die im südlichen Europa einheimische Aphyllanthes Monspeliensis. Gleich dem im vorhergehenden behandelten Milchsterne enthalten ihre Blüten drei längere und drei kürzere aufrecht abstehende Pollenblätter, deren Antheren im Anfange des Blühens die Narbe nicht berühren. Vor dem endgültigen Schließen der Blumenblätter neigen aber sämtliche Pollenblätter gegen die Narbe zusammen, und da diese aus drei unteren und drei oberen Zipfeln aufgebaut ist und gewissermaßen aus zwei Stockwerken besteht, so gelangt der Pollen aus den Antheren der drei kürzeren Pollenblätter auf die tiefer stehenden Narben und der Pollen aus den Antheren der drei längeren Pollenblätter bald darnach auf die drei höher stehenden Narben.

Bei zahlreichen anderen Pflanzen, deren sämtliche Pollenblätter von gleicher Länge sind, und deren Antheren schon beim Aufblühen in der Höhe der Narbe stehen, ist der Vorgang der Autogamie im wesentlichen derselbe. Die von aufrechten Fäden getragenen Antheren sind anfänglich von der Narbe entfernt, schmiegen sich aber später nach mannigfachen Bewegungen ihrer Träger an die Narben an und setzen daselbst ihren Pollen ab. So verhält es sich z. B. bei Paris quadrifolia, mehreren Arten der Gattung Scilla, bei Chelidonium und Roemeria, bei Samolus Valerandi, Androsace elongata, maxima und septentrionalis, Lysimachia nemorum, Swertia perennis und punctata. Alle diese Pflanzen im einzelnen

zu besprechen, würde hier zu weit führen, und ich muß mich damit begnügen, flüchtig hervorzuheben, daß der Einbeere (Paris quadrifolia) eine sehr lange Blütendauer zukommt, daß ihre steifen Pollenblätter anfänglich strahlenförmig abstehen, sich aber später um einen Winkel von 80° gegen die Mitte der Blüte neigen, daß sie über den Stempel zusammenschließen und ihre Antheren an die Narben andrücken, daß bei den Primulaceen Samolus Valerandi, Androsace elongata, maxima und septentrionalis die Blumenkrone stieltellerförmig gestaltet ist und die kurzen, an die Röhre der Blumenkrone angewachsenen Träger der Antheren nur eine unbedeutende Neigung gegen die Mitte der Blüte auszuführen brauchen, damit der Pollen auf die zuständige Narbe gelangt. Der Mehrzahl nach sind diese Pflanzen proterogyn, nur die Swertien (Swertia perennis und punctata) haben ausgesprochen proterandrische Blüten. Bei diesen kann darum im Anfange des Blühens die Belegung der Narbe mit dem Pollen eines anderen Stockes, d. h. eine Kreuzung, nicht erfolgen. Die Narbe ist nämlich in diesem Zeitabschnitte des Blühens noch geschlossen. Dagegen wird jetzt Pollen ausgeboten, welcher von Insekten zu anderen, in ihrer Entwickelung schon weiter vorgeschrittenen Blüten übertragen werden kann. Ist die Blüte auf der zweiten Entwickelungsstufe angelangt, so öffnet sich die Narbe und stellt ihre zwei Lappen so ein, daß die von jüngeren, den Pollen ausbietenden Blüten herbeikommenden Fliegen, wenn sie Pollen mitbringen, eine Kreuzung einzuleiten genötigt sind. Damit diese Kreuzung ja nicht vereitelt oder beschränkt werde und damit anderseits für den Fall ausbleibenden Insektenbesuches doch noch etwas Pollen zur Autogamie aufbewahrt bleibe, krümmen sich gleichzeitig mit der Eröffnung der Narbe die fünf Pollenblätter nach außen, bringen die Antheren aus dem Bereiche der Blüte und verstecken sie unter den sternförmig ausgebreiteten Blättern der Blumenkrone. Wenn nun wirklich die Besucher aus der Insektenwelt fern bleiben und die Kreuzung vereitelt ist, so strecken sich die Antherenträger zunächst wieder gerade, bewegen sich dann wie Uhrzeiger in der Richtung gegen die Mitte der Blüte und drücken die Antheren, in denen noch immer etwas Pollen aufbewahrt ist, an die Narbe an.

Die fadenförmigen Träger der Antheren, durch deren Hinneigen zur Narbe Autogamie erfolgt, sind bei den im vorhergehenden besprochenen Pflanzen am Anfange des Blühens gerade, bisweilen krümmen sie sich auf kurze Zeit bogenförmig nach außen, aber vor dem Abblühen, besonders in dem Augenblicke, in welchem Autogamie stattfindet, sind sie alle wieder gerade gestreckt. Es ist aber noch eine Gruppe von Pflanzen vorzuführen, bei welchen die Antherenträger schon in der Knospe bogenförmig nach einwärts gekrümmt sind, und bei welchen man die bogenförmige Krümmung auch dann noch bemerkt, wenn aus den betreffenden Antheren Pollen auf die zuständigen Narben abgelagert wird. Als solche Pflanzen, bei welchen also die Autogamie durch Neigen einwärts gekrümmter Antherenträger erfolgt, sind in erster Linie mehrere einjährige Doldenpflanzen mit proterogynen Blüten (Aethusa Cynapium, Caucalis daucoides, Scandix Pecten Veneris, Turgenia latifolia ꝛc.) zu nennen. In den Dolden des Nadelkerbels (Scandix Pecten Veneris; s. Abbildung, S. 340) sind zweierlei Blüten vereinigt, scheinzwitterige Pollenblüten (Fig. 1) und echte Zwitterblüten (Fig. 2, 3 und 4). Die Zwitterblüten öffnen sich früher als die Pollenblüten; die letzteren kommen immer erst dann an die Reihe, wenn die ersteren bereits ihre Pollenblätter und Blumenblätter abgeworfen haben. Kaum, daß die eingeschlagenen Blumenblätter etwas auseinander gerückt sind, wird in der Mitte der Blüte die feingekörnte honigabsondernde Scheibe, es werden dort die beiden kurzen Griffel sichtbar. Die Narben an den Enden der Griffel sind bereits belegungsfähig, aber die Pollenblätter zu dieser Zeit hakenförmig einwärts gekrümmt und die Antheren derselben noch geschlossen (s. Abbildung, S. 340, Fig. 2). Auch tags darauf, wenn die Blumenblätter bereits weiter auseinander gegangen sind und die Träger der Antheren

sich gestreckt haben (s. untenstehende Abbildung, Fig. 3), sind die um die belegungsfähige Narbe im Kreise herumstehenden Antheren noch geschlossen, und es kann zu dieser Zeit nur mit fremdem, durch Insekten herbeigebrachtem Pollen eine Belegung stattfinden. Nun werden aber auch die Antheren und ihre Träger in Thätigkeit gesetzt. In der Reihenfolge 1, 3, 5, 2, 4 beugen sich die gekrümmten Pollenblätter in kurzen Zwischenräumen so gegen die Mitte der Blüte, daß die mittlerweile aufgesprungenen und mit Pollen beladenen Antheren auf die Narben gelegt werden, genau so, wie es Fig. 4 der untenstehenden Abbildung zur

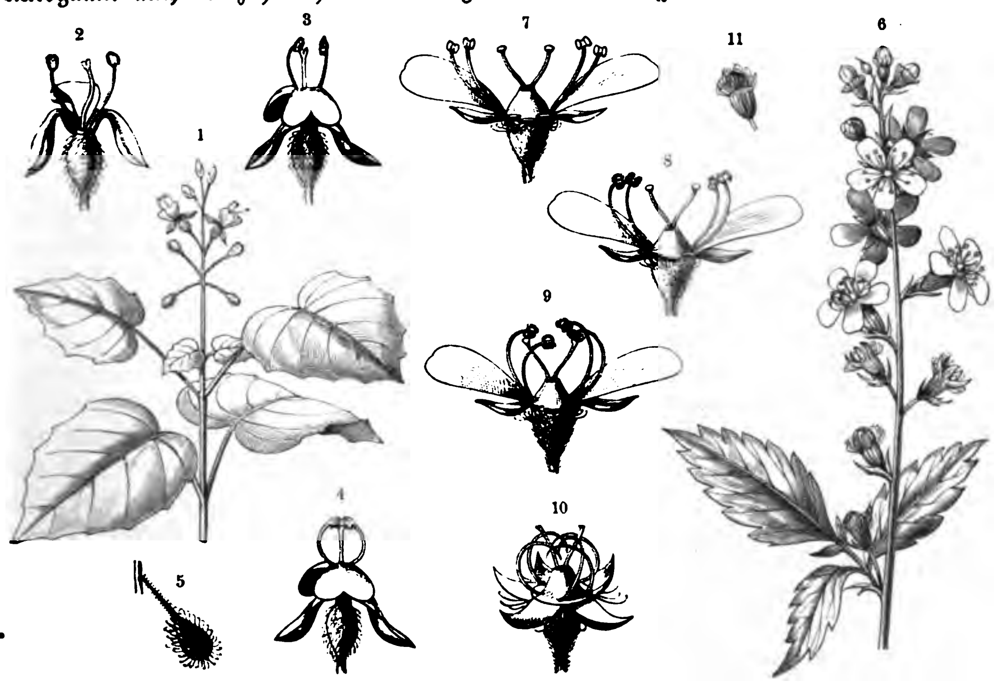


Autogamie durch Neigen der gekrümmten Antherenträger: 1. Scheinzwitterige Pollenblüte; — 2, 3, 4. echte Zwitterblüten des Nadelkerbels (Scandix Pecten Veneris). Die echten Zwitterblüten in den aufeinander folgenden, anfänglich auf Kreuzung berechneten, später aber zur Autogamie führenden Zuständen. — 5, 6, 7. Echte Zwitterblüten der Gartengleiße (Aethusa Cynapium) in den aufeinander folgenden, anfänglich auf Kreuzung berechneten, später aber zur Autogamie führenden Zuständen. — Sämtliche Figuren vergrößert. Vgl. Text, S. 339–341.

Anschauung bringt. In dieser Stellung verharrt jedes Pollenblatt nur kurze Zeit; es führt alsbald wieder eine rückläufige Bewegung aus und macht dem nächsten, welches an die Reihe kommt, Platz. Haben sämtliche Pollenblätter diese Bewegungen durchgemacht, so lösen sie sich gleichwie die Blumenblätter ab und fallen zu Boden. Die Honigabsonderung auf dem gekörnten Gewebepolster in der Blütenmitte hört auf, die belegten Narben werden braun, und das Blühen ist zu Ende. Erst wenn sämtliche Zwitterblüten abgeblüht sind, kommen die scheinzwitterigen Pollenblüten zur Entwickelung, was wohl nur so gedeutet werden kann, daß sie den Pollen für proterogyne Zwitterblüten anderer Stöcke zu liefern haben, welche noch auf der ersten Stufe des Blühens stehen. Die Gleiße oder der Gartenschierling (Aethusa Cynapium; s. obenstehende Abbildung, Fig. 5, 6 und 7) weicht von dem Nadelkerbel und den anderen oben genannten einjährigen Doldenpflanzen dadurch ab, daß sämtliche Blüten

der Dolde Zwitterblüten sind, und daß die in der Blütenknospe wie eine Uhrfeder eingeschlagenen Antherenträger sich bei dem Aufblühen nicht nur strecken, sondern auch verlängern, so daß die Antheren dann höher stehen als die Narbe. Wie schon früher erwähnt, kommt es bei dem Gartenschierling auch vor, daß sich die Antheren nicht platt auf die Narben legen, sondern etwas oberhalb der Narbe zurückbleiben und ihren Pollen auf die Narbe herabfallen lassen (s. Abbildung, S. 340, Fig. 7). So sah ich es wenigstens an dem gewöhnlichen Gartenschierling (Aethusa Cynapium); an der kleinen Aethusa segetalis dagegen beobachtete ich weit häufiger ein Auflagern der Antheren auf die Narbe, ähnlich wie an dem Nadelkerbel (s. S. 340, Fig. 4).

Nach dem Muster der hier vorgeführten einjährigen Doldenpflanzen vollzieht sich die Autogamie auch bei zahlreichen kleinblütigen Labkräutern (z. B. Galium infestum, Mol-



Autogamie durch Neigen der gekrümmten Antherenträger: 1. Circaea alpina. — 2. Eine Blüte dieser Pflanze, welche sich kürzlich geöffnet hat: das vordere Kronenblatt entfernt. — 3, 4. Dieselbe Blüte in späterem Entwickelungsstadium. — 5. Frucht der Circaea alpina. — 6. Agrimonia Eupatoria. — 7, 8, 9, 10. Blüten dieser Pflanze in den aufeinander folgenden, anfänglich auf Kreuzung berechneten, später zur Autogamie führenden Zuständen. — 11. Junge Frucht dieser Pflanze. — Fig. 1, 6 und 11 in natürlicher Größe; die anderen Figuren vergrößert. Vgl. Text, S. 342 und in späteren Kapiteln.

lugo, tricorne), bei der Kleeseide oder dem Teufelszwirn (Cuscuta), bei dem Alpenhexenkraute (Circaea alpina) und dem Odermennig (Agrimonia Eupatoria). Von dem Hexenkraute (s. obenstehende Abbildung, Fig. 1—5) wäre nur zu erwähnen, daß die Zahl der Pollenblätter auf zwei beschränkt ist, und daß bisweilen zum Behufe der Autogamie lediglich eine Anthere der Narbe angelegt wird (Fig. 3), nicht selten aber auch beide Antheren sich der Narbe anschmiegen (Fig. 4). Wenn das letztere geschieht, so macht es den Eindruck, als wäre die Narbe von den zwei Armen einer Zange erfaßt worden. In den Blüten des Odermennigs (Fig. 6—11) sieht man 12—20 Pollenblätter; die fadenförmigen Träger der Antheren sind in der eben geöffneten proterogynen Blüte so schwach einwärts gebogen, daß jeder Faden ungefähr dem sechsten Teile eines Kreises entspricht (Fig. 7); sobald aber die Antheren aufgesprungen sind, krümmen sich die Fäden einer nach dem anderen gegen die

Mitte der Blüte (s. Abbildung, S. 341, Fig. 8), ihre Krümmung entspricht endlich der eines Halbkreises, und einige der pollenbedeckten Antheren kommen mit den noch immer belegungsfähigen Narben in unmittelbare Berührung (Fig. 9). Nachdem die Narben mit Pollen belegt sind, fallen die Antheren alsbald von den fadenförmigen Trägern ab, und die letzteren rollen sich noch weiter zusammen, wie durch Fig. 10 der Abbildung auf S. 341 dargestellt ist.

Mehrere Arten des Mauerpfeffers mit unscheinbaren Blüten (z. B. Sedum annuum, atratum, dasyphyllum), ebenso einige Hauswurzarten (z. B. Sempervivum montanum, Ruthenicum) besitzen in jeder Blüte zweierlei Pollenblätter, solche, welche vor den Kelchblättern, und solche, welche vor den Kronenblättern stehen. Die Antheren der ersteren springen zuerst auf, und da sie knapp neben der Narbe stehen, bedarf es nur eines unbedeutenden Hinneigens der bogig gekrümmten fadenförmigen Träger, um eine Autogamie herbeizuführen. Nachdem die Narben schon mit Pollen belegt sind, krümmen sich auch noch die vor den Kronenblättern stehenden Antherenträger bogenförmig einwärts, und die Antheren, welche mittlerweile aufgesprungen sind, kommen dicht über die Narben zu stehen. Da aber die letzteren bereits welk geworden sind und des Pollens nicht mehr bedürfen, so muß man annehmen, daß der Pollen der vor den Kronenblättern stehenden Pollenblätter zur Kreuzung ausgeboten und darauf berechnet ist, daß Insekten ihn abholen und zu anderen Blüten bringen, in welchen noch kein Pollen zu haben ist, deren Narben aber schon zugänglich und belegungsfähig sind. Die Feigenkaktusse (Opuntia) und die zahlreichen Arten der Gattung Rose (Rosa) verhalten sich in ähnlicher Weise. Auch bei ihnen liefert ein Teil der Antheren den Pollen zur Autogamie, ein anderer Teil zur Kreuzung. Die bogenförmig gekrümmten fadenförmigen Träger der Antheren sind von ungleicher Länge, die Antheren an den Fäden des innersten Wirtels öffnen sich zuerst, aber ihr Pollen hat trotz der Nähe der zuständigen Narben für die Autogamie keine Bedeutung, weil die Antheren tiefer stehen als die Narben und mit diesen von selbst in keine Berührung kommen. Nur die Fäden des äußersten Wirtels haben die entsprechende Länge, und nur diese krümmen und neigen sich so weit nach der Mitte der Blüte, daß ihre Antheren unmittelbar auf die Narben zu liegen kommen. Da aber die Antheren dieser Fäden als die letzten der betreffenden Blüte sich öffnen, so erfolgt auch die Autogamie erst im letzten Augenblicke des Blühens, sozusagen vor Thorschluß, und die ganze übrige Zeit ist die Blüte nur auf Kreuzung berechnet. Mehrere Ranunkulaceen, wie z. B. Anemone Hepatica und Transsilvanica, Ranunculus alpestris, acer und montanus, tragen Blüten, deren Aufbau einigermaßen an jenen der Rosen erinnert. In der Mitte der Blüten erhebt sich eine Gruppe von Stempeln mit kurzen Griffeln und fast sitzenden Narben, und diese Gruppe ist eingefaßt von zahlreichen Pollenblättern, welche in mehreren Wirteln geordnet und selbst wieder von den Blumenblättern umgeben sind. Die Blüten sind proterogyn, und im Beginne des Blühens kann nur Kreuzung durch Vermittelung von Insekten stattfinden. Auch späterhin, wenn sich die Antheren des äußeren Wirtels der Pollenblätter geöffnet haben und den haftenden Pollen ausbieten, ist die Blüte noch auf Kreuzung berechnet; denn der Abstand dieser Antheren von den Narben ist verhältnismäßig groß, und die besuchenden Insekten benutzen jedesmal das mittelständige Fruchtknotenköpfchen als Anflugsplatz und schreiten von da über die pollenbedeckten Antheren dem Umkreise der Blüte zu, um von dort wieder abzufliegen und eine neue Blüte aufzusuchen. Allmählich aber kommen auch die Pollenblätter der inneren Wirtel zur Entwickelung; die bisher sehr kurzen Antherenträger wachsen bedeutend in die Länge, krümmen sich einwärts und legen die mittlerweile aufgesprungenen und mit Pollen bedeckten Antheren auf die Narben. Da mit beginnender Dämmerung die Blumenblätter dieser Ranunkulaceen zusammenschließen und infolge der schwachen Krümmung der Stiele die Blüten nickend werden, so könnte man daran denken, daß auch diese Krümmungen an dem Zustandekommen der Autogamie beteiligt

sind, um so mehr, als bei zahlreichen anderen Ranunkulaceen, von welchen später noch die Rede sein wird, eine solche Mithilfe thatsächlich vorkommt; aber bei den oben genannten Anemonen und Ranunkeln ist ein solches Eingreifen nicht notwendig, und es ist bei ihnen das Schließen sowie das Nickendwerden der Blüten bei Regenwetter und während der Nacht wohl nur als Schutz des Pollens gegen Nässe aufzufassen.

Diesen zahlreichen Pflanzen mit proterogynen Blüten schließen sich noch einige proterandrische Arten aus den Gattungen Gypsophila, Saxifraga und Cuphea an. Das kriechende Gipskraut (Gypsophila repens) enthält zehn Pollenblätter, von welchen fünf vor den Kelchblättern und fünf vor den Kronenblättern stehen. In der Knospe sind sie sämtlich hakenförmig eingeschlagen, später, in der geöffneten Blüte erscheinen sie gerade gestreckt und auswärts gerichtet. Bei dieser Lage ist eine Berührung ihrer pollenbedeckten Antheren mit den Narben, welche mittlerweile in der Mitte der Blüte belegungsfähig geworden sind, nicht möglich; kurz vor dem Ende des Blühens krümmen sich aber die Pollenblätter einwärts, und es kommen dadurch die Antheren auf die Narben zu liegen. Auch die Steinbreche beherbergen in den Blüten zweierlei Pollenblätter. Bei den Arten der Rotte Cymbalaria (Saxifraga Cymbalaria, Huetiana 2c.) richten sich zuerst diejenigen auf, welche vor den Kelchblättern stehen. Ihre Antheren öffnen sich und bieten den Pollen bereits zu einer Zeit aus, wenn die danebenstehenden zusammenschließenden Narben noch nicht belegt werden können. Dieser Pollen wird selbstverständlich nicht zur Autogamie verwendet und ist augenscheinlich für Kreuzungen vorbereitet. Nachdem diese Pollenblätter in einer bestimmten Reihenfolge ihren Pollen ein paar Tage hindurch ausgeboten haben, neigen sie sich nach außen und entledigen sich ihrer Antheren. Nun erst trennen sich die bisher aneinander schließenden Griffel, und die Narben werden belegungsfähig. Da die Antheren der vor den Kelchblättern stehenden Pollenblätter abgefallen und die Antheren der vor den Kronenblättern stehenden Pollenblätter noch nicht geöffnet sind, so können in dieser Periode des Blühens die Narben nur mit dem Pollen anderer Blüten, beziehungsweise anderer Stöcke belegt werden. Endlich kommt auch in die vor den Kronenblättern stehenden Pollenblätter Bewegung und Leben, sie krümmen sich stark nach einwärts, pressen die inzwischen aufgesprungenen Antheren an die noch immer belegungsfähigen Narben, und es wird durch sie am Schlusse des Blühens Autogamie erzielt. Auch an den proterandrischen Blüten mehrerer Arten der Gattung Cuphea, namentlich an Cuphea eminens, wird Ähnliches beobachtet. Diese Blüten, von welchen schon auf S. 235 die Rede war, sind mit ihrer Mündung nach der Seite gewendet und enthalten elf ungleich lange Pollenblätter, deren Antheren in zwei unregelmäßigen Reihen über den Boden der Blüte gestellt sind. Der Griffel ist im Anfange des Blühens noch kurz und ebenso wie die noch nicht belegungsfähige Narbe unter den Antheren versteckt. Die Antheren öffnen sich an ihrer oberen von dem Griffel und der Narbe abgewendeten Seite, und der aus ihren Längsrissen hervordrängende Pollen ist jetzt seiner Lage nach darauf berechnet, daß er von honigsaugenden Insekten abgestreift und zu Kreuzungen verwendet werde. Ein paar Tage später hebt sich der Griffel, welcher sich mittlerweile um 11 mm verlängert hat, über die Pollenblätter empor, und es wird dadurch die Narbe in die Zufahrtslinie zum Honig eingestellt. Wenn jetzt Insekten, mit dem Pollen anderer Blüten beladen, einfahren, so erfolgt zuverlässig eine Kreuzung. Für den Fall ausbleibenden Insektenbesuches krümmt sich aber das längste Pollenblatt bogenförmig zur Narbe empor, und es wird die mit Pollen bedeckte Seite der emporgehobenen Anthere auf die Narbe gedrückt.

Die Krümmung der Antherenträger entspricht in den bisher besprochenen Fällen kaum dem dritten Teile einer Kreislinie und ist nur selten eine ausgesprochen schraubige. Daß aber auch solche Krümmungen zum Zwecke der Autogamie vorkommen können, zeigt einerseits die zu den Nachtschattengewächsen gehörende Giftbeere (Nicandra), deren lange Antherenträger

sich für den Fall, daß die Narbe nicht schon früher mit fremdem Pollen belegt wurde, in einem Bogen, welcher wenigstens einem Halbkreise entspricht, zur Narbe hinabbeugen und anderseits die zu den Portulaceen gehörende Calandrinia compressa, in deren ephemeren Blüten die fadenförmigen Träger der Antheren um 9 Uhr morgens, also kurz nach der Ausbreitung der Blumenblätter, in schwachem Bogen von der samtigen Narbe abstehen, während sie 3—4 Stunden später, sobald die Blumenblätter wieder zusammenschließen, eine schraubige Krümmung nach links ausführen und ihre Antheren auf die Narben legen.

Die Fälle, wo sich die Narben den Pollen von den zuständigen Antheren holen, lassen sich in zwei Abteilungen zusammenstellen, nämlich in solche, wo durch Verkürzen, Verlängern, Neigen und Krümmen einzelner Teile des Stempels eine unmittelbare Berührung der Narbe mit den Antheren und dem aus diesen ausfallenden Pollen erfolgt, und dann in solche, wo das belegungsfähige Gewebe durch gewisse Änderungen in der Lage des Fruchtknotens, des Griffels oder der Narben mit dem aus den zuständigen Antheren irgendwo in der Blüte abgelagerten und aufgespeicherten Pollen in Berührung kommt. Die der ersten Abteilung einzureihenden Fälle sondern sich in vier Gruppen. In die erste Gruppe gehören alle jene, wo die Autogamie eine Folge der Verkürzung des Griffels ist. Die Nopale des mexikanischen Hochlandes, zumal verschiedene Arten der Gattungen Cereus Echinopsis und Mamillaria, zeigen in ihren Blüten zahlreiche fadenförmige Antherenträger, welche, in mehreren Schraubenumgängen geordnet, den Zugang zum Honig des Blütengrundes umgeben. Eingelagert in diesen Wust von Antherenträgern ist ein fadenförmiger langer Griffel, welcher von einer sternförmigen, strahligen Narbe abgeschlossen ist. Sobald die Blumenblätter auseinander gehen, sieht man die Antheren bereits mit Pollen bedeckt. Die Narbe aber, welche ein gutes Stück vor oder über die Antheren vorgeschoben erscheint, ist noch geschlossen; ihre fädlichen Zipfel liegen aneinander, bilden eine Art Keule, und von einer Belegung derselben kann noch keine Rede sein. Die Blüten sind also ausgesprochen proterandrisch, und der im ersten Zeitabschnitte des Blühens ausgebotene Pollen kann nur zu Kreuzungen Verwendung finden. Nun öffnet sich die Narbe; die fädlichen Zipfel derselben stehen wie ein Stern ausgebreitet vor dem Zugange zum Nektar, und anfliegende Tiere, welche pollenbedeckt von anderen Blüten herkommen und Nektar saugen wollen, sind gezwungen, zuvörderst einen Teil ihrer Last an die Narbe abzustreifen und eine Kreuzung zu veranlassen. Das dauert je nach den Arten bald nur einige Stunden, bald mehrere Tage, ja selbst bis über eine Woche. Sobald nun der Schluß des Blühens herannaht, verkürzt sich der Griffel, und die Narbe, welche bisher vor den Antheren gestanden hatte, wird zwischen die noch immer mit Pollen bedeckten Antheren so hineingezogen, daß eine Belegung derselben mit Pollen unvermeidlich ist. Bei Cereus dasyacanthus steht die Narbe kurz nach der Eröffnung der Blume 1 cm vor den Antheren; der Griffel, dessen Abschluß sie bildet, ist zu dieser Zeit 20 cm lang; gegen das Ende des Blühens ist der Griffel nur noch 16,5 cm lang, und die Narbe wird demnach bei dieser Pflanze 3,5 cm weit einwärts zwischen die pollenbedeckten Antheren gezogen und steht jetzt nicht mehr vor, sondern 2,5 cm hinter den Antheren der längsten Staubfäden.

Die zweite Gruppe umfaßt alle die Fälle, wo die Autogamie durch Verlängerung des Fruchtknotens oder Griffels herbeigeführt wird. Die in den warmen Thälern der südlichen Alpen heimische Sockenblume (Epimedium alpinum), von welcher Blüten in nickender Stellung durch die Fig. 1, 2 und 3 der Abbildung auf S. 345 dargestellt sind, zeigt vier kreuzweise gestellte Kelchblätter und von diesen überdeckt vier Kronenblätter, welche die Form zierlicher kleiner Pantoffeln oder Socken angenommen haben, und die in der stumpfen, sackartigen Aushöhlung reichlichen Honig enthalten. Der Fruchtknoten ist spindelförmig und trägt auf kurzem Griffel eine mit kleinen Papillen besetzte Narbe. Die Pollenblätter, vier

an der Zahl, liegen mit ihrer Rückseite dem Fruchtknoten an; die Antheren derselben sind auswärts gewendet, lanzettlich, und über den Antheren erhebt sich wie eine Lanzenspitze eine kleine blattartige Schuppe (s. untenstehende Abbildung, Fig. 4). Die Blüten sind proterogyn, d. h. die papillöse, von den vier eben erwähnten Schuppen eingefaßte Narbe ist schon belegungsfähig, wenn die Antheren noch geschlossen sind (Fig. 1). Zu dieser Zeit kann die



Autogamie durch Verlängerung des Stempels: 1, 2, 3. Blüten der Sockenblume (Epimedium alpinum) in den aufeinander folgenden, anfänglich auf Kreuzung berechneten, später zur Autogamie führenden Zuständen. — 4. Geschlossene Anthere, von der Breitseite gesehen. — 5. Dieselbe Anthere geöffnet, von der Schmalseite gesehen. Von jedem der beiden Fächer hat sich die vordere Wand als ein Lappen abgehoben und emporgeschlagen. — 6. Dieselbe Anthere; die abgehobenen Lappen noch mehr zusammengezogen, so daß sie sich wie eine Kappe über die lanzettförmige Spitze wölben. — Fig. 1, 2, 3: 10fach; Fig. 4, 5, 6: 25fach vergrößert. Vgl. Text, S. 344—346.

Narbe mit dem Pollen anderer Blüten gekreuzt werden. Nun öffnen sich die zweifächerigen Antheren und zwar auf eine ganz eigentümliche Weise. Von jedem der beiden Fächer hebt sich die vordere Wand in Form eines Lappens ab, dessen innerer Seite der gesamte Pollen des betreffenden Antherenfaches anhaftet. Die beiden Lappen schrumpfen zusammen, verkürzen sich, rollen sich wie Klappen empor, krümmen sich bogenförmig über das blattartige Spitzchen der Anthere (s. obenstehende Abbildung, Fig. 5) und auch noch über die dicht neben der blattartigen Spitze stehende Narbe (Fig. 2). Das alles erfolgt gleichzeitig an allen vier Antheren, und das Ergebnis dieses Vorganges ist, daß jetzt die Narbe von einer aus acht aufgerollten Lappen zusammengesetzten Kappe überdacht ist. Da den Lappen an der bei dem Aufrollen

nach außen gekehrten Seite eine dicke Lage Pollen anhaftet, so ist die über der Narbe stehende Kappe an der Außenseite ganz mit Pollen bedeckt (s. Abbildung, S. 345, Fig. 2). Wenn jetzt Insekten angeflogen kommen, um aus den pantoffelförmigen Kronenblättern Honig zu saugen, so müssen sie an dieser pollenbedeckten Kappe vorbei und werden mit dem Pollen unfehlbar beklebt, während sie früher an derselben Stelle die Narbe zu streifen gezwungen waren. In diesem Zustande erhält sich die Blüte gewöhnlich zwei Tage. Mittlerweile gehen auch an dem Stempel Veränderungen vor, welche zwar sehr unscheinbar, aber für die schließliche Autogamie von größter Wichtigkeit sind. Wurde nämlich die Narbe nicht schon im Beginne des Blühens durch Vermittelung der Insekten mit Pollen anderer älterer Blüten belegt, so verlängert sich der ganze Stempel und zwar so weit, als notwendig ist, damit die noch unbelegte Narbe in die mit Pollen bedeckte Kappe hineingeschoben wird. Da sich gegen das Ende des Blühens die an dem Aufbaue der Kappe beteiligten Lappen noch etwas mehr gerollt haben (s. Abbildung, S. 345, Fig. 6), so kommt die Narbe mit dem an den Lappen haftenden Pollen unvermeidlich in Berührung (Fig. 3).

Einen ähnlichen Vorgang beobachtet man auch an mehreren Schotengewächsen, für welche der gewöhnliche Ackersenf (Sinapis arvensis) als Vorbild dienen kann. Die Blüten dieser Pflanzen sind durchweg proterogyn. Wenn sich die Blütenknospe öffnet, was schon am frühen Morgen geschieht, so sind die einwärts gewendeten Antheren noch geschlossen, aber die über die Antheren etwas emporragende Narbe ist bereits belegungsfähig. In diesem ersten Entwickelungsstadium der Blüte kann nur eine Belegung der Narbe mit dem von Insekten herbeigebrachten Pollen anderer Blüten stattfinden. Nach Verlauf eines Tages erhält man bei dem Anblicke der Blüte ein ganz anderes Bild. Die vier längeren Antherenträger haben sich gestreckt und zugleich etwas auswärts gebogen, und die Antheren erscheinen über die Narbe emporgehoben. Während die Antheren in der Knospe nach einwärts gewendet waren, sind sie jetzt infolge einer rasch ausgeführten Drehung nach außen gewendet, haben sich an der nach außen gewendeten Seite mit zwei Längsspalten geöffnet und bieten Pollen aus. Die Narbe ist jetzt den Blicken des Beobachters ganz entzogen. Sie ist übrigens auch der Belegung mit Pollen entzogen; denn die zuständigen Antheren haben, wie gesagt, ihre mit Pollen bedeckte Seite weggewendet, und der von Insekten etwa herbeigetragene Pollen anderer Blüten kann nicht an die Narbe abgestreift werden, weil die zuständigen Antheren eine Kappe über dieselbe bilden. Alles ist in diesem Entwickelungsstadium darauf berechnet, daß der ausgebotene Pollen von Insekten abgeholt und zu Kreuzungen verwendet werde. Wieder einen Tag später bietet sich dem Beobachter ein drittes Bild. Die Antherenträger haben sich gerade gestreckt, und dadurch sind die Antheren näher als bisher an die Narbe herangerückt, die Antheren erscheinen aber auch ringsum mit Pollen bedeckt, und der Fruchtknoten hat sich verlängert. Infolge dieser Verlängerung wurde die Narbe in die Antherenkappe hineingeschoben und reichlich mit Pollen belegt.

Auch in den nickenden Blüten der Alpenrebe (Atragene alpina) und der auf Sumpfwiesen im ungarischen Tieflande häufigen ganzblätterigen Waldrebe (Clematis integrifolia) erfolgt die Autogamie durch Vorschieben der Stempel bis zu den mit Pollen bedeckten Antheren. Beide genannten Pflanzen sind kurze Zeit hindurch proterogyn und im Beginne des Blühens auf Kreuzung berechnet. Die gleich Dachschindeln dicht aufeinander liegenden Pollenblätter bilden zusammengenommen eine kurze Röhre, in deren Tiefe zahlreiche köpfchenförmig vereinigte Stempel sitzen, während am freien Rande der Röhre die Antheren ihren Pollen ausbieten. Von den Antheren öffnen sich zuerst jene der äußersten und zugleich längsten Pollenblätter, dann die der mittellangen und schließlich jene der kürzesten, welche unmittelbar an die Stempel angrenzen. Der Pollen der äußersten Antheren dient vorzüglich zur Kreuzung und kann schon mit Rücksicht auf seine Lage kaum jemals zur Autogamie

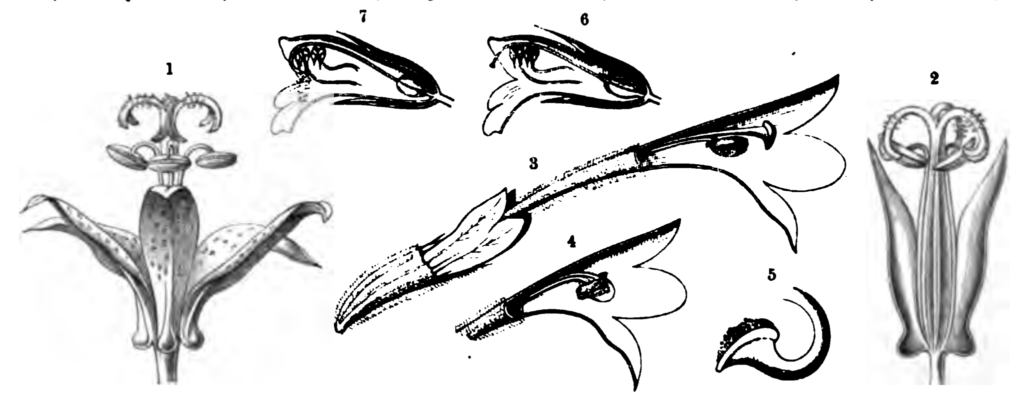
verwendet werden; aber auch aus den zuletzt sich öffnenden Antheren der kurzen Pollenblätter könnte der Pollen nicht zu den Narben gelangen, wenn nicht eine Verlängerung der Stempel erfolgen würde. Diese erfolgt nun in der That und zwar im Laufe der beiden letzten Tage des Blühens. Da zu dieser Zeit die Antheren noch immer Pollen enthalten und überdies auch an den seidigen Haaren der Antherenträger regelmäßig eine Menge Pollen haftet, so werden die etwas spreizenden Narben der sich verlängernden Stempel bei dem Vorschieben durch die Röhre mit Pollen reichlich belegt (s. Abbildung, S. 170, Fig. 3).

Die Blüten des Frauenmäntelchens oder Taubechers (Alchimilla vulgaris) sind gleichfalls proterogyn; die Antheren der vier kurzen Pollenblätter sind beim Öffnen der Blüte noch geschlossen, die bereits belegungsfähige Narbe steht in der Mitte der Blüte und ragt nur wenig über das Loch empor, von welchem das durch die Blüte gespannte honigabsondernde Zwerchfell durchbrochen ist. Zu dieser Zeit ist nur Kreuzung möglich. Binnen 24 Stunden wächst aber der Griffel, welcher die Narbe trägt, in die Länge, hält dabei eine schräge Richtung ein, so daß er auf eine der vier Antheren trifft, welche inzwischen mit einer Querspalte aufgesprungen sind. Da ist es fast unvermeidlich, daß die Narbe mit dem dort entbundenen Pollen belegt wird (s. Abbildung, S. 123, Fig. 5). Der Pollen der drei anderen Antheren kann noch von Fliegen abgeholt und zu Kreuzungen verwendet werden.

Das sind einige Vorbilder für jene Fälle, wo die Autogamie durch Auswachsen, beziehentlich durch Verlängerung der Griffel oder der ganzen Stempel erfolgt. Im ganzen genommen, zählt dieser Vorgang zu den selteneren, was um so merkwürdiger ist, als doch die Autogamie durch Auswachsen und Verlängern der Pollenblätter so häufig beobachtet wird. Noch seltener kommt es vor, daß durch **Neigen eines zu allen Zeiten gerade bleibenden Griffels** die Autogamie zu stande kommt. Am auffallendsten ist dieser Vorgang an dem amerikanischen Lippenblütler Collinsonia Canadensis zu sehen. In den eben geöffneten Blüten steht der lange, weit vorgestreckte Griffel genau in der Mitte zwischen den beiden fast ebenso langen, weit aus der Blüte herausragenden Pollenblättern. Gegen das Ende des Blühens beginnt der Griffel sich gegen eines der Pollenblätter zu neigen, er bewegt sich wie ein Uhrzeiger um 20—40° und trifft mit seiner Narbe regelmäßig die mit Pollen bedeckte Anthere, welche von einem der Pollenblätter getragen wird.

Viel häufiger kommt die Autogamie dadurch zu stande, daß **Teile des Stempels, zumal die Griffel, sich krümmen, infolgedessen die Narben mit dem Pollen der zuständigen Pollenblätter entweder in unmittelbare Berührung gebracht, oder so unter die Antheren gestellt werden, daß der ausfallende Pollen auf sie treffen muß.** Die Krümmung der Griffel richtet sich nach der Form und Einstellung der Blüte und insbesondere nach der Lage, welche die Antheren einnehmen. Die Blüten der Königskerze (Verbascum Thapsus), des Rapünzchens (Valerianella Auricula, carinata ꝛc.) sowie der nicht windenden Arten des Geißblattes (Lonicera alpigena, nigra, Xylosteum) sind proterogyn, und der Griffel ist bei der Eröffnung der Blumenpforte so gestellt, daß seine Narbe von den zum Blütengrunde einfahrenden Insekten gestreift werden muß. Selbstverständlich ist zu dieser Zeit nur Kreuzung möglich. Wenn sich späterhin die Antheren öffnen und ihren Pollen ausbieten, so wird die Narbe völlig aus dem Wege geschafft; es krümmt sich nämlich der Griffel nach abwärts oder nach einer Seite, so daß die Narbe weder durch Vermittelung der Insekten noch von selbst mit Pollen der zuständigen Pollenblätter in Berührung kommen kann. Erst gegen das Ende des Blühens kehrt der Griffel in seine ursprüngliche Lage zurück, krümmt sich wieder empor, und die Narbe wird an die noch immer mit Pollen bedeckten Antheren angedrückt. Die Blüten des Türkenbundes (Lilium Martagon) sind nickend und ihre Perigonblätter halbkreisförmig zurückgerollt; jedes dieser zurückgerollten Perigonblätter zeigt eine Rinne, welche in der Mitte durch zwei zusammenschließende

Randleisten überdacht und geschlossen ist, so daß der in ihr aufgespeicherte Honig nur an den beiden Enden, beziehungsweise an der inneren und äußeren Mündung der Rinne von Insekten gesaugt werden kann. Diese Blüten sind proterogyn. Der Griffel ist in der kürzlich geöffneten Blüte gerade und die von ihm getragene Narbe so eingestellt, daß sie von den Insekten, welche an der inneren Mündung der erwähnten honigführenden Rinne Honig saugen wollen, gestreift werden muß. Da zu dieser Zeit die Antheren noch geschlossen sind, so kann nur von anderen Blüten Pollen an die Narbe angeklebt werden. Später öffnen sich die Antheren. Dieselben sind so vor die äußere Mündung der honigführenden Rinne gestellt, daß Insekten, welche dort saugen wollen, unvermeidlich den Pollen von ihnen abstreifen müssen, dabei aber die Narbe nicht berühren. Schon in diesem zweiten Entwickelungsstadium der Blüte hat sich der Griffel etwas nach der Seite gekrümmt, gegen das Ende des Blühens wird die Krümmung so stark, daß die Narbe mit einer oder bisweilen auch mit zwei Antheren in Berührung kommt und sich von diesen den Pollen holt. Manch-



Autogamie durch Krümmung des Griffels: 1. Blüte der Tricyrtes pilosa im ersten, — 2. im letzten Entwickelungsstadium. — 3. Blüte der Morina Persica im ersten, — 4. im letzten Entwickelungsstadium. — 5. Die Narbe der Morina mit dem Pollen der zuständigen Antheren belegt. — 6. Blüte der Euphrasia minima im ersten, — 7. im letzten Entwickelungsstadium. — Sämtliche Figuren etwas vergrößert. An Fig. 2, 3 4, 6 u. 7 der vordere Teil der Blume weggeschnitten. Vgl. Text, S. 348—350.

mal allerdings verfehlt die Narbe das Ziel, und es ist darum bei dem Türkenbunde die Autogamie nicht so vollkommen sichergestellt wie in den meisten anderen Fällen. Auch darf nicht unerwähnt bleiben, daß die Krümmung nur dann stattfindet, wenn die Narbe nicht schon früher mit fremdem Pollen belegt wurde. Hat schon im Beginne des Blühens eine Kreuzung stattgefunden, so unterbleibt die Krümmung oder ist nur ganz unbedeutend.

Das Abholen des Pollens durch die Narbe vermittelst Abwärtskrümmung der Griffel beobachtet man an verschiedenen Arten von Tricyrtes, Morina, Oenothera und Epilobium, weiterhin an mehreren Rhinanthaceen, Nelkengewächsen und Ranunkulaceen und an den meisten Malvaceen. Die obenstehend abgebildeten Blüten der Tricyrtes pilosa sind proterogyn. Jeder der drei Griffel ist nach abwärts gekrümmt und gabelig geteilt, so daß er einer Kralle nicht unähnlich sieht. Das Narbengewebe findet sich an dem Ende der Kralle und wird von den Insekten, welche aus den ausgesackten Perigonblättern Honig saugen wollen, beim Anfliegen gestreift. Die freien Enden der Antherenträger sind bogenförmig nach abwärts gekrümmt, und die Antheren erscheinen unter den krallenförmigen Griffelästen gleichsam aufgehängt (Fig. 1). Wenn die Antheren Pollen ausbieten, sind sie so eingestellt, daß die zum Honig des Blütengrundes einfahrenden Insekten an sie anstreifen und sich Pollen aufladen müssen. Ohne Vermittelung der Insekten würde bei gleichbleibender Lage der Narben und Antheren sowie bei gleichbleibender aufrechter Einstellung der Blüte eine Belegung der Narbe nicht zu stande kommen. Es findet daher für den Fall ausbleibenden

Insektenbesuches ein Herabkrümmen der krallenförmigen Griffel statt. Dasselbe dauert so lange, bis das am Ende der Kralle befindliche Narbengewebe mit den pollenbedeckten Antheren in unmittelbare Berührung kommt (s. Abbildung, S. 348, Fig. 2).

Während sich der hier geschilderte Vorgang bei Tricyrtes pilosa im Laufe einer Woche abspielt, vollzieht er sich in den Blüten der Morina Persica (s. S. 348, Fig. 3, 4, 5) binnen wenigen Stunden. Der Unterschied in dem Eintreten der Paarungsfähigkeit der Narben und Antheren beträgt bei Morina kaum eine halbe Stunde; aber selbst diese kurze Spanne Zeit genügt, um im Anfange des Blühens eine Kreuzung möglich zu machen, während in dem zweiten Zeitabschnitte des Blühens die Autogamie erfolgt. Alle Arten der Gattung Morina, also auch die hier zum Vorbilde gewählte Morina Persica, öffnen ihre Blüten bei beginnender Dämmerung. Sobald sich der Saum der Blumenkrone ausgebreitet hat, wird in der Mitte der Blüte dicht über der Zufahrt zum Honig die dicke, gewulstete Narbe sichtbar, welche an der unteren Seite das belegungsfähige Gewebe trägt. Die zwei dahinterstehenden Antheren sind noch geschlossen, und wenn jetzt Insekten ihren Rüssel in die mit Honig gefüllte lange Röhre der Blume einführen, so ist, vorausgesetzt, daß diese Insekten Pollen von anderen schon etwas früher geöffneten Blüten mitbringen, eine Kreuzung unausbleiblich. Bei anderen Pflanzen, deren Blüten sich am Morgen öffnen, ist kaum zu erwarten, daß sich sofort nach der Eröffnung des Zuganges zum Honig auch schon die passenden Insekten einstellen; aber die Blüten der Morina sind auf Abend- und Nachtschmetterlinge berechnet, welchen nur 2—3 Stunden der Dämmerung zur Gewinnung des Honigs gegönnt sind, und die sich daher sputen und diese ganze Zeit ausnutzen müssen, wenn sie nicht zu kurz kommen wollen. In der That erheben sich die genannten Schmetterlinge von ihren Ruheplätzen in derselben Viertelstunde, in welcher die Blüten der Morina den Saum ausbreiten, und man kann fast mit Sicherheit darauf rechnen, daß dort, wo überhaupt Schwärmer und Eulen mit einer Rüssellänge von 3—4 cm um die Wege sind, alsogleich nach dem Eröffnen des Blütengrundes eines oder mehrere dieser Tiere heranschwärmen und, vor den Blüten schwebend, Honig saugen. Es genügt daher selbst die auf kaum eine halbe Stunde beschränkte Dichogamie, daß bei solchen in der Dämmerung aufblühenden Pflanzen im Beginne des Blühens eine Kreuzung erfolgt. Bei Morina erscheint die Kreuzung auch noch dadurch angestrebt, daß, wie bereits erwähnt wurde, im ersten Entwickelungsstadium die Narbe vor den Antheren steht (s. Abbildung, S. 348, Fig. 3). Wenn die Schwärmer, Eulen und Spinner anfliegen und in den honigreichen Blütengrund einfahren, so streifen sie zuerst an die große Narbe und erst hinterdrein an die Antheren, und es ist daher die Möglichkeit gegeben, daß auch noch in jenem Zeitabschnitte, in welchem die Antheren bereits geöffnet sind und ihren Pollen ausbieten, durch Vermittelung der Insekten eine Kreuzung stattfindet. Für den Fall ausbleibenden Insektenbesuches krümmt sich aber schon am folgenden Morgen der Griffel so weit im Bogen herab, daß die Narbe platt auf die Antheren zu liegen kommt (s. S. 348, Fig. 4). Der Pollen haftet leicht an, und wenn man nun die der Anthere angedrückte Narbe aus der Blüte nimmt, so erscheint derselben ein dicker Klumpen des Pollens aufgeklebt (s. S. 348, Fig. 5).

Ganz ähnliche Krümmungen des Griffels wie an der Morina finden auch in den Blüten zahlreicher Rhinanthaceen, z. B. Rhinanthus minor, Trixago apula, Melampyrum pratense, Euphrasia minima (s. Abbildung, S. 348, Fig. 6 und 7), statt. Es wiederholt sich bei diesen Pflanzen überhaupt der ganze Vorgang, wie er soeben geschildert wurde, nur ist der Pollen bei ihnen nicht haftend, sondern mehlig, und es wird dieser Pollen auch nicht durch Anschmiegen und Anpressen der Narbe an die Antheren auf das belegungsfähige Gewebe gebracht, sondern es genügt, wenn die Narbe infolge der knieförmigen oder halbkreisförmigen Krümmung des Griffels unter die Antheren gestellt wird. Die Pollenblätter sind

hier nach dem Vorbilde von Zuckerzangen (s. S. 270) ausgebildet. Im ersten und zweiten Entwickelungsstadium der Blüten fällt der mehlige Pollen nur dann aus den Löchern der Antheren heraus, wenn die spangenförmigen steifen Antherenträger durch Insekten auseinander gerückt werden. Wenn aber keine Insekten zu den Blüten kommen, so bleibt natürlich der Pollen in seinen Behältern zurück. Im dritten Entwickelungsstadium der Blüte erschlaffen dann die Antherenträger sowie der mit ihnen verbundene Teil der Blumenkrone, infolgedessen weichen die bisher fest zusammenschließenden Antheren etwas auseinander, und der mehlige Pollen fällt in die Tiefe. Da sich aber mittlerweile der Griffel so weit herabgekrümmt hat, daß die glänzende, klebrige Narbe unter das vordere Antherenpaar zu stehen kommt, so fängt diese einen Teil des Pollens auf, und es findet somit Autogamie statt (siehe Abbildung, S. 348, Fig. 7). Manchmal krümmt sich übrigens der Griffel in seinem vorderen Drittel so stark, daß man von einem Einrollen desselben sprechen könnte, und dann kommt es wohl auch vor, daß die Narbe zwischen die auseinander weichenden Antheren eingeschoben wird und bei dieser Gelegenheit auch mit den die Antheren bekleidenden, gewöhnlich ganz mit Pollen eingestäubten Haaren in Berührung kommt.



Autogamie in den Blüten des schmalblätterigen Weidenröschens (Epilobium angustifolium). Vgl. Text, S. 351.

Tricyrtes, Morina sowie die zuletzt besprochenen Rhinanthaceen sind proterogyn, die Nachtkerzen, Weidenröschen, Lichtnelken und Malvaceen, bei welchen die Autogamie gleichfalls durch Herabkrümmen der Griffel zu den mit Pollen bedeckten Antheren erfolgt, sind dagegen proterandrisch. Wenn sich die Blumenblätter der Nachtkerzen (**Oenothera biennis, muricata** rc.) und jene der großblütigen Weidenröschen (**Epilobium hirsutum, angustifolium**; s. nebenstehende Abbildung) ausbreiten, liegen die vier Äste des Griffels, welche das belegungsfähige Gewebe tragen, und welche man Narben zu nennen pflegt, noch dicht aneinander, und an eine Belegung der Narben ist jetzt um so weniger zu denken, als zufolge einer Seitwärtsneigung oder knieförmigen Krümmung des Griffels die Narbe von der zum Honig des Blütengrundes führenden Einfahrtslinie weggerückt erscheint. Jetzt stehen die acht Antheren, welche nacheinander den Pollen ausbieten, vor den Punkten, wo die Insekten Honig gewinnen können. Bald darauf und zwar bei den Nachtkerzen schon nach einer halben Stunde, bei den großblumigen Weidenröschen nach 24 Stunden streckt sich der Griffel gerade, stellt sich in die Mitte der Blüte, seine vier Äste spreizen auseinander und stehen nun kreuzweise geordnet vor dem Zugange zum Honig. Kurze Zeit hindurch verharren die Narben in dieser Lage, und es

braucht wohl nicht näher auseinandergesetzt zu werden, daß jetzt durch die den Honig aufsuchenden Hummeln, welche mit dem Pollen jüngerer Blüten angeflogen kommen, eine Kreuzung vermittelt werden kann. Alsbald aber krümmen oder rollen sich die vier Narben zurück, so daß das belegungsfähige Gewebe derselben mit dem noch immer an den Antheren haftenden Pollen in Berührung kommt (s. Abbildung, S. 350; die unteren Blüten). Unterstützt wird diese Autogamie gewöhnlich auch noch dadurch, daß sich die Träger der Antheren etwas aufrichten, und daß sich der stielartige unterständige Fruchtknoten sanft bogenförmig nach abwärts krümmt, wodurch die Blüte in eine nickende Lage versetzt wird.

Unter den Ranunkulaceen zeigen einige Arten des Schwarzkümmels (Nigella) dieselbe Einrichtung. Die Blüten derselben sind proterandrisch. Der erste Vorgang, welchen man in ihnen nach der Ausbreitung der Blumenblätter beobachtet, besteht darin, daß sich die Pollenblätter in geregelter Reihenfolge gegen den Umfang der Blüte krümmen und ihre aufgesprungenen Antheren dicht über die honiggefüllten Nektarien hinstellen. Insekten, welche herangeflogen kommen, um den Honig zu gewinnen, müssen unvermeidlich den Pollen von diesen Antheren abstreifen und aufladen. Wenn nach und nach sämtliche Pollenblätter diese Bewegungen durchgemacht haben, werden auch die bisher unbeweglichen, straff aufgerichteten Griffel rührig und krümmen sich so weit nach außen, daß das an ihren Spitzen entwickelte, inzwischen belegungsfähig gewordene Narbengewebe über die Nektarien zu liegen kommt. Wenn bei dieser Stellung der Narbe Insekten mit dem Pollen jüngerer Blüten beladen anlangen, um Honig zu holen, so streifen sie den fremden Pollen an die Narbe ab und veranlassen dadurch eine Kreuzung. Das Auswärtskrümmen der spreizenden Griffel ist aber noch nicht zu Ende. Weiter und weiter biegen sie sich hinab, und schließlich stoßen die Narben mit den Antheren zusammen, an welchen noch immer etwas Pollen haftet.

Es gibt auch einige Nelkengewächse und Mieren (**Lychnis alpina**, Alsine Gerardi, **Cerastium arvense, lanatum, Stellaria graminea, Holostea**), bei welchen sich die Narben kurz vor dem Verwelken der Zwitterblüten den Pollen der zuständigen Antheren durch bogenförmige Krümmungen zu verschaffen wissen. Die Blüten derselben sind unvollkommen proterandrisch. Zuerst kommen die vor den Kelchblättern stehenden Pollenblätter zur Reife; ihre Antheren öffnen sich und bieten Pollen aus, der aber nur zu Kreuzungen verwendet werden kann, da die Narben in der betreffenden Blüte noch nicht belegungsfähig sind. Am folgenden Tage krümmen sich die Träger dieser Antheren soweit wie möglich gegen den Umfang der Blüte hin, und manche derselben verlieren bei dieser Gelegenheit auch ihre Antheren. Mittlerweile haben sich die vor den Kronenblättern stehenden Pollenblätter verlängert, die Antheren derselben sind aufgesprungen, und ihr Pollen kann ebenso wie jener der früheren von Insekten abgeholt werden. Wieder einen Tag später krümmen sich diese Pollenblätter ein wenig gegen den Umfang der Blüte, verlieren aber niemals ihre Antheren, sondern warten, mit Pollen bedeckt, das Ende des Blühens ab. Am vierten Tage spreizen die Griffel, welche bisher in der Mitte der Blüte gestanden hatten, auseinander, krümmen sich bogenförmig zurück, drehen sich bei einigen Arten wie eine Schraube und kommen dadurch mit den oben erwähnten Antheren, beziehentlich mit dem noch an ihnen haftenden Pollen in unmittelbare Berührung.

In den Blüten der oben genannten Mieren und Nelkengewächse sind die geschilderten Krümmungen der Antherenträger und Griffel auf 4—5 Tage verteilt, bei den Malven (**Malva borealis, rotundifolia** 2c.) spielen sich dieselben Vorgänge innerhalb 48 und bei dem Ibisch (Hibiscus Trionum) und dem Abutilon (Abutilon Avicennae) binnen 3—8 Stunden ab. An den eben ausgebreiteten Blüten der Malven erhebt sich eine Garbe aus zahlreichen Fäden, welche an ihrem freien Ende rundliche pollenbedeckte Antheren tragen, und die zugleich auch eine Hülle und Decke der Griffel bilden. Die Antherenträger, aus welchen

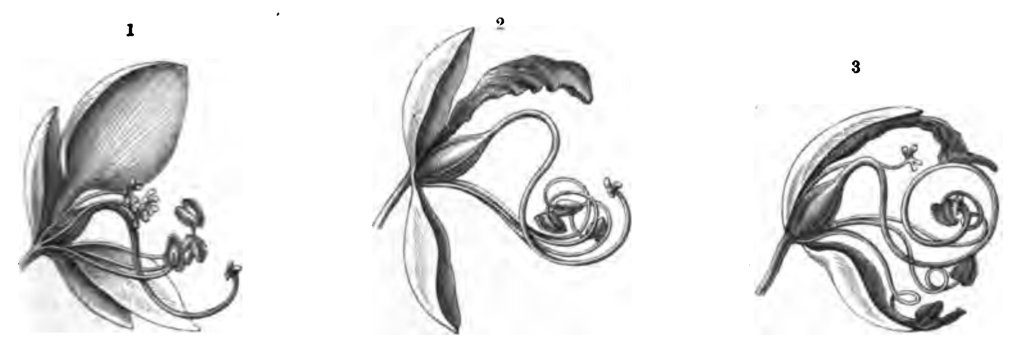
die Garbe zusammengesetzt ist, schlagen sich aber alsbald im Bogen herab, und man sieht nun die gebüschelten Griffel, welche das inzwischen belegungsfähig gewordene Narbengewebe tragen, an derselben Stelle, wo früher die Antheren gestanden hatten. Aber auch diese Stellung, welche augenscheinlich auf eine durch Insekten einzuleitende Kreuzung berechnet ist, dauert nicht lange; die Griffel drehen sich S-förmig und krümmen sich zugleich so weit herab, daß der Besatz aus Papillen, welcher das Narbengewebe bildet, mit dem Pollen der kurz vorher herabgeschlagenen Antheren in Berührung kommt. Bei dem an den Ufern der Theiß in ausgedehnten Beständen wachsenden Abutilon Avicennae bildet die Garbe aus Antherenträgern zu keiner Zeit eine Decke der Griffel, sondern man sieht schon in dem Augenblicke, wenn die Blumenblätter auseinander gehen, fünf schlanke, von roten samtigen kugeligen Narben abgeschlossene Griffel über die Antheren emporragen. Insekten, welche jetzt angeflogen kommen und sich auf die samtigen Narben setzen oder an dieselben anstreifen, können eine Kreuzung veranlassen. Aber schon ein paar Stunden später krümmen sich die Griffel im Halbbogen herab, und die Narben legen sich auf die mit Pollen reichlich bedeckten tiefer stehenden Antheren. Andere Malvaceen, z. B. Anoda hastata, zeigen mit Rücksicht auf die Krümmung der Griffel das entgegengesetzte Verhalten. In den Blütenknospen derselben sind sowohl die Antherenträger als die Griffel knieförmig gegen den Blütenboden herabgekrümmt. Nachdem sich die Blumenblätter ausgebreitet haben, strecken sich zuerst die Antherenträger gerade, richten sich in die Höhe und bilden nun eine Garbe aus Fäden, deren jeder eine mit Pollen beladene Anthere trägt. Etwas später kommt die Reihe des Krümmens und Aufrichtens an die Griffel. Sie schlagen denselben Weg ein, welcher kurz vorher von den Antherenträgern eingehalten wurde, und schieben sich in die Garbe der Antherenträger ein. Die Narben der längeren Griffel kommen dabei etwas über die Antheren zu stehen, jene der kürzeren Griffel legen sich dagegen unmittelbar an die Antheren an, und da diese noch immer etwas Pollen enthalten, findet regelmäßig Autogamie statt.

Eine entfernte Ähnlichkeit mit dieser Autogamie hat jene, welche in den Blüten des Sonnentaues (Drosera) beobachtet wird. Der kugelige Fruchtknoten dieser Pflanze trägt drei Griffel, und jeder dieser Griffel ist in zwei spatelförmige Lappen geteilt, die an der oberen Seite das Narbengewebe tragen. In der geöffneten schalenförmigen Blüte sieht man diese Lappen wie die Speichen eines Rades wagerecht ausgebreitet (s. Abbildung, S. 279, Fig. 10). Die Pollenblätter sind dagegen aufrecht, kreuzen in der offenen Blüte die Lappen unter einem rechten Winkel, und ihre Antheren stehen höher als das Narbengewebe. Sobald das Schließen der Blumen beginnt, krümmen sich die sechs Lappen empor und zwar so weit, daß das Narbengewebe mit dem Pollen der Antheren in Berührung kommen muß.

Bei mehreren Lippenblütlern und Utrikularineen erfolgt die Autogamie nicht durch Krümmung des Griffels, sondern durch Krümmung der Narbe. So z. B. krümmt sich bei dem Hohlzahne (Galeopsis ochroleuca, Tetrahit 2c.), dessen proterandrische Blüten in der ersten Zeit so eingerichtet sind, daß bei stattfindendem Insektenbesuche eine Kreuzung stattfinden muß, gegen das Ende des Blühens die mit dem Narbengewebe besetzte Spitze des unteren Griffelastes so weit nach ab- und rückwärts, daß sie mit den pollenbedeckten Antheren der längeren Pollenblätter in unmittelbare Berührung kommt, und bei manchen Arten der Gattung Ziest (Stachys palustris, silvatica 2c.) krümmen sich kurze Zeit vor dem Verblühen beide Narbenäste abwärts und holen sich von den Antheren den Pollen. Die nach der Seite geöffneten Blüten des in Band I auf der Tafel bei S. 131 abgebildeten Fettkrautes (Pinguicula) enthalten zwei knieförmig aufgebogene, von schüsselförmigen Antheren abgeschlossene Pollenblätter und über denselben einen eiförmigen Fruchtknoten, welchem eine große lappenförmige Narbe aufsitzt. Der untere Rand der lappenförmigen Narbe, welcher das belegungsfähige Gewebe trägt, hängt wie ein Vorhang über die Antheren hinab.

Insekten, welche ihren Rüssel in den honigführenden Sporn der Blüte einsenken, streifen zunächst diesen Narbenrand und dann die dahinterstehenden Antheren, belegen also, wenn sie von anderen Blüten mit Pollen beladen anrücken, zuerst die Narbe und entnehmen im nächsten Augenblicke neuen Pollen von den Antheren für wieder andere Blüten. Dadurch sind zunächst die Bedingungen der Kreuzung gegeben, und diese findet auch oft genug bei diesen Pflanzen statt. Wenn aber Insekten ausbleiben und die Kreuzung nicht zu stande kommt, so rollt sich der Narbenrand so weit ein, daß das belegungsfähige Gewebe auf die schüsselförmigen Antheren zu liegen kommt. Da hier noch reichlich Pollen aufgespeichert ist, so erfolgt unvermeidlich Autogamie. Ähnlich verhält es sich auch in den Blüten des Wasserschlauches (Utricularia) und wahrscheinlich bei der Mehrzahl der Utrikularineen.

Verhältnismäßig selten erfolgt die Autogamie in der Weise, daß sich kurz vor dem Verblühen sowohl die **Träger der Antheren als auch die Griffel spiralig oder schraubenförmig zusammenrollen und einen Knäuel bilden, wobei die Narben mit dem Pollen einer oder mehrerer Antheren in unmittelbare Berührung**



Autogamie durch spiraliges Einrollen der Antherenträger und Griffel: Blüte der Commelyna coelestis: 1. im ersten, — 2. im zweiten, — 3. im dritten Entwickelungsstadium. Längsschnitte. — Sämtliche Figuren etwas vergrößert.

kommen und belegt werden. Die meisten Pflanzen, bei welchen dieser seltsame Vorgang beobachtet wird, sind ephemer; im übrigen gehören sie den verschiedensten Familien an. Bei mehreren Kommelynaceen, namentlich an Commelyna coelestis (s. obenstehende Abbildung), steht die Narbe in den nach der Seite eingestellten, eben geöffneten Blüten vor und unterhalb der Antheren (Fig. 1). Wenn in dieser Periode des Blühens Insekten anrücken, um an den eigentümlich geformten, handförmig gelappten Nektarien zu naschen, so benutzen sie die Antheren als den mit Rücksicht auf das angestrebte Ziel geeignetsten Anflugsplatz, und da an den randständigen Spalten der Antheren bereits Pollen ausgeboten ist, so kleben sich die Insekten diesen Pollen auch sofort an. Bald darauf rollen sich die Antherenträger spiralig ein, und der Griffel, welcher inzwischen gleich den Antherenträgern in die Länge gewachsen ist, krümmt sich so, daß seine Narbe etwas höher als am Anfange zu stehen kommt und nun den geeignetsten Anflugsplatz für Insekten bildet (Fig. 2). Wenn jetzt Insekten, von anderen jüngeren Blüten kommend, anfliegen, so werden sie eine Kreuzung veranlassen. Dieser Stand der Dinge erhält sich aber nur sehr kurze Zeit; der Griffel rollt sich jetzt gleichfalls spiralig ein, verschlingt sich mit den eingerollten Antherenträgern, und da ist es nicht zu vermeiden, daß die Narbe mit einer oder der anderen Anthere in Berührung kommt und mit dem Pollen derselben belegt wird (Fig. 3). Mit überraschender Ähnlichkeit spielt sich das alles in den Blüten der Allionia violacea, der Mirabilis Jalappa und noch mehrerer anderer Nyktagineen ab. Von den Blüten der genannten Allionia wäre nur zu bemerken, daß sie proterogyn sind, daß die Narbe um 6 Uhr morgens, wenn das Blühen beginnt, höher steht als die Antheren, daß einige Stunden später infolge eigentümlicher

Bewegungen des Griffels und der Pollenblätter die Antheren höher stehen als die Narbe, und daß um 10 Uhr bereits das zur Autogamie führende Einrollen der Antherenträger und Griffel beginnt. In den eben geöffneten Blüten der Nachtblume (**Mirabilis Jalappa**) steht die pinselförmige Narbe vor den Antheren, und für den Fall, daß Insekten angeflogen kommen, um Honig zu saugen, werden zunächst die Papillen der Narbe und dann erst die Antheren gestreift. Ein Heben und Senken der Antherenträger und Griffel findet hier nicht statt; das Einrollen erfolgt aber in derselben Weise wie bei **Allionia**, und sobald die Autogamie eingetreten ist, faltet sich der Saum der Blütenhülle zusammen, wird matsch und bildet nun eine Art Pfropfen über den aus den fadenförmigen Antherenträgern und dem Griffel gebildeten Knäuel. Ich sage hier absichtlich Blütenhülle und nicht Blumenkrone, weil man vom morphologischen Standpunkte das blumenkronartige Gebilde als Hülle eines Blütenstandes ansehen muß. Daß man insofern bei den Nyktagineen den oben beschriebenen Vorgang als Geitonogamie und nicht als Autogamie aufzufassen berechtigt wäre, soll hier nur angedeutet sein; eine ausführliche Darlegung dieser Verhältnisse wäre hier nicht am Platze. Die Blüten des Portulakes (**Portulaca oleracea**) weichen von jenen der **Commelyna**, **Allionia** und **Mirabilis** insofern ab, als dieselben fünf Narben besitzen, welche in ihrer Form an zarte Federchen erinnern und sich inmitten der schalenförmigen aufrechten Blüte sternförmig ausbreiten. Die in schräger Richtung aus dem Blütengrunde aufragenden Pollenblätter stehen im Kreise um die Narbe herum, sind aber im Beginne des Blühens so eingestellt, daß zwischen ihren Antheren und den Narben ein kleiner Abstand besteht, aus welchem Grunde der an den Antheren haftende Pollen von selbst nicht zur Narbe gelangen kann. Nach Ablauf einiger Stunden nähern sich die im Sonnenscheine schalenförmig ausgebreiteten Blumenblätter, und die Blüte beginnt sich zu schließen; die federförmigen Narben krümmen sich alle fünf nach derselben Seite und rollen sich nach und nach spiralig ein. Aber auch die fadenförmigen Antherenträger gehen eine anfänglich bogenförmige, später spiralige oder schraubige Krümmung ein, wodurch die mit Pollen bedeckten Antheren an die federförmige Narbe angedrückt werden. Auch bei dem Portulake sieht man dann ähnlich wie bei der Nachtblume und den anderen Pflanzen mit ephemeren Blüten über dem Knäuel aus verwickelten Fäden die matschen Blumenblätter eine Decke bilden.

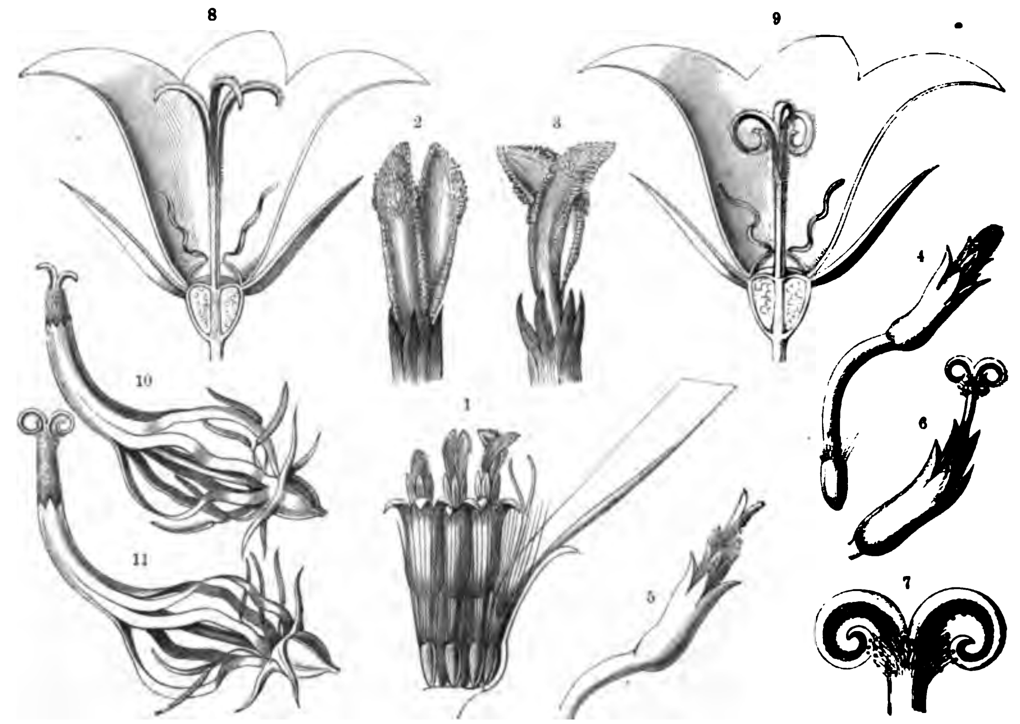
Wie bereits erwähnt, kommt diese Autogamie vorwaltend bei Eintagsblüten vor. An solchen, welche nur wenige Stunden hindurch offen bleiben, kann man die beschriebenen Bewegungen sozusagen mit den Augen verfolgen. An den wenigen hierher gehörigen Arten, deren Blüten zwei, drei und noch mehrere Tage offen sind, vollziehen sich natürlich auch diese Krümmungen und Drehungen viel langsamer. An den Grasnelken (**Armeria alpina, vulgaris** 2c.) sieht man in der Mitte der beckenförmigen Blüte fünf Narben in einer ähnlichen Anordnung wie bei dem Portulake, doch sind die Narben hier nicht federförmig, sondern stellen schlanke Cylinder dar, welche infolge des Besatzes aus kurzen, dicht gedrängten Papillen ein samtartiges Ansehen besitzen. Die der kurzen Kronenröhre angewachsenen Pollenblätter erheben sich vor den Blättern der Krone, und die Antheren kommen zwischen die Strahlen der Narbe zu stehen. Trotz des geringen Abstandes von Antheren und Narben gelangt doch weder in der ersten noch in der zweiten Periode des Blühens der Pollen von selbst auf das belegungsfähige Narbengewebe. Im Anfange des Blühens sind die Pollenblätter so eingestellt, daß die Insekten, welche zum Honig des Blütengrundes einfahren, die pollenbedeckten Antheren streifen müssen, während zu dieser Zeit die fünf Narben noch aufgerichtet sind. Etwas später vollzieht sich zwischen den Antheren und Narben, wie in so vielen anderen Fällen, ein Platzwechsel; die Pollenblätter richten sich auf, und die Antheren rücken gegen die Mitte der Blüte zusammen, die Narben dagegen spreizen auseinander und kommen neben die Zufahrt zum Honig zu liegen. Daß ein solcher Platzwechsel mit der

Kreuzung zusammenhängt, ist so oft gesagt worden, daß es überflüssig erscheint, es nochmals zu wiederholen. Wenn es aber infolge ausbleibenden Insektenbesuches nicht zur Kreuzung kommt, so drehen sich die Griffel wie eine Schraube, bewegen sich zugleich gegen die Mitte der Blüte und verschlingen sich mit den dort stehenden Antherenträgern, welche gleichfalls eine schraubige Drehung ausgeführt haben. Bei dieser Gelegenheit kann es nicht fehlen, daß die samtigen Narben den noch an den Antheren haftenden Pollen aufnehmen.

Aus den bisherigen Mitteilungen über die Autogamie geht unter anderem auch hervor, daß bei sehr vielen Pflanzen der in den Antheren ausgebildete Pollen, zumal wenn er ein haftender ist, noch zur Zeit des Verblühens die Nischen der Antheren erfüllt oder den zurückgeschlagenen Rändern der aufgesprungenen Behälter aufgelagert ist. Selbst dann, wenn blütenbesuchende Insekten einen Teil des Pollens abgestreift und zu anderen Blüten übertragen haben, bleibt regelmäßig noch eine zur Autogamie ausreichende Menge zurück, und nur in seltenen Fällen sind die Behälter, in welchen sich haftender Pollen entwickelt hatte, am Ende des Blühens gänzlich ausgeleert. Es gibt aber auch Pflanzen, bei welchen der haftende Pollen, sobald er geschlechtsreif geworden ist, durch besondere Einrichtungen aus den Antheren ausgebürstet und ausgefegt oder auf irgend eine andere Art aus seinen Behältern entfernt und an einer besonderen Stätte im Bereiche der Blüte abgelagert und ausgeboten wird. Von dem Pollen der Korbblütler ist es bekannt, daß er aus den zu einer Röhre verwachsenen Antheren von dem sich verlängernden, in der Röhre eingelagerten Griffel hinausgepreßt und hinausgeschoben wird und dann an der oberen Mündung der Röhre als ein dem Griffelende aufgelagertes Klümpchen erscheint. Bei den Glockenblumen wird der ganze Inhalt der Antheren an der Außenseite des Griffels aufgespeichert, und dasselbe geschieht bei den Arten der Gattung Rapunzel und einigen kleinblütigen Gentianen. Anderseits wird bei mehreren Pflanzen ein Teil des Pollens infolge des Schrumpfens der Antherenwände abgestoßen, kommt auf haarförmige Bildungen des Fruchtknotens, in die Vertiefungen schalenförmiger Blumenblätter oder an irgend eine andere Stelle der Blüte und wird dort zu weiterem Verbrauche aufgespeichert. Auch ist es kaum zu vermeiden, daß die honigsaugenden oder pollenfressenden Tiere bei ihren Besuchen an die Antherenträger anstoßen, einen Teil des Pollens zum Abfallen bringen, und daß dieser an bestimmten Teilen der Krone, des Kelches oder des Perigons hängen bleibt. Solcher Pollen kann natürlich ebensogut Verwendung finden wie der an den Antheren haftende, und in der That kommt es vor, daß die Narben den Pollen der zuständigen Antheren von dessen zeitweiligen Ablagerungsstätten holen, und daß auf diese Weise Autogamie erfolgt. Einrichtungen, welche zu diesem Ziele führen, gibt es nicht gerade viel, dafür ist aber die Zahl der Pflanzenarten, bei denen diese Autogamie stattfindet, überaus groß. Insbesondere das Abholen des an der äußeren Seite der Griffelsäule oder der Griffeläste abgelagerten Pollens durch das belegungsfähige Narbengewebe am Rande oder an der inneren Seite der Griffeläste kommt an Hunderten von Glockenblumen und Tausenden von Korbblütlern vor und soll darum hier zu allererst erörtert werden.

Es lassen sich zwei Vorgänge unterscheiden: erstens die Verschränkung und zweitens das spiralige Zurückrollen der Griffeläste. Der erstere Vorgang wird insbesondere bei den Asteroideen (Aster, Bellidiastrum, Erigeron, Solidago), zumal an den in der Mitte des Köpfchens dieser Pflanzen stehenden Röhrenblüten, aber auch an vielen Korbblütlern, deren sämtliche Blüten zungenförmig sind, beobachtet. An dem als Vorbild gewählten Aster alpinus (s. Abbildung, S. 356, Fig. 1, 2 und 3) sind die Griffeläste kurz, dicklich, an der Innenseite glatt und eben, an der Außenseite etwas gewölbt und gegen das freie Ende zu mit papillenförmigen Fegehaaren besetzt. Das belegungsfähige Narbengewebe befindet sich

an den Rändern der Griffeläste unterhalb der Fegehaare und ist durch das gekörnte Ansehen der turgeszierenden Zellen kenntlich. Die Fig. 1 der untenstehenden Abbildung zeigt in den nebeneinander stehenden Blüten das Verhalten der Griffeläste vom Anfange bis zum Ende des Blühens. Fast gleichzeitig mit dem Öffnen der röhrenförmigen Blumenkrone werden die beiden Griffeläste über die Antherenröhre vorgeschoben, und es wird durch die erwähnten Fegehaare der Pollen aus der Antherenröhre ausgebürstet. Das belegungsfähige Narbengewebe ist zu dieser Zeit noch nicht zugänglich, und die Griffeläste liegen noch dicht aneinander.



Autogamie durch Verschränkung und spiraliges Zurückrollen der Griffeläste: 1. Aster alpinus. Ausschnitt aus dem Köpfchen, enthaltend eine randständige Fruchtblüte mit zungenförmiger Blumenkrone und drei röhrenförmige Blüten des Mittelfeldes. Die letzteren in den aufeinander folgenden, zur Autogamie führenden Zuständen. — 2. Griffeläste des Aster alpinus, welche sich soeben getrennt haben, an deren Fegehaaren aber noch etwas Pollen haftet. — 3. Die Griffeläste verschränkt, so daß der Pollen von den Fegehaaren des einen auf das Narbengewebe des anderen Griffelastes übertragen wird. — 4, 5, 6. Blüten aus der Mitte des Köpfchens der Centaurea montana in den aufeinander folgenden, zur Autogamie führenden Zuständen. — 7. Die beiden Griffeläste so weit zurückgerollt, daß das Narbengewebe mit dem Pollen an den Fegehaaren in Berührung kommt. — 8. Campanula persicifolia; Längsschnitt durch eine kürzlich geöffnete Blüte. — 9. Derselbe Längsschnitt; die Griffeläste so weit zurückgerollt, daß das Narbengewebe mit dem Pollen an der Außenseite der Griffelsäule in Berührung kommt. — 10. Blüte von Phyteuma orbiculare im Übergange vom ersten zum zweiten, — 11. im letzten Entwickelungsstadium. — Fig. 8 und 9 in natürlicher Größe; die anderen Figuren vergrößert. Vgl. Text, S. 355—358.

Jetzt kann weder mit eigenem noch mit fremdem Pollen eine Belegung stattfinden, und der Pollen ist nur ausgeboten, um von Insekten zu Kreuzungen abgeholt zu werden. Die beiden Griffeläste werden daraufhin noch weiter emporgehoben, trennen sich und rücken etwas auseinander, was zur Folge hat, daß der ihren Fegehaaren aufgelagerte Pollen, wenn er nicht schon von Insekten abgeholt wurde, zum großen Teile abgestoßen wird, abfällt und zur Geitonogamie Verwendung findet (s. S. 319). Ein kleiner Teil des Pollens bleibt aber stets an den unteren Fegehaaren hängen, und dieser ist es auch, welcher zur Autogamie herhalten muß (s. obenstehende Abbildung, Fig. 2). Diese Autogamie tritt nun endlich ein und zwar in der Weise, daß sich beide Griffeläste krümmen und kreuzen, etwa so wie zwei Arme, welche man verschränkt, wodurch dann der an den unteren Fegehaaren des einen Griffelastes haftende

Pollen mit dem belegungsfähigen Gewebe am Rande des anderen Griffelastes in unmittelbare Berührung gebracht wird. Die beiden verschränkten Griffeläste erinnern jetzt auch lebhaft an die Form des Schnabels eines Kreuzschnabels, wie aus der Abbildung, S. 356, Fig. 3 zu sehen ist. Die Griffeläste jener Korbblütler, deren Köpfchen aus lauter Zungenblüten bestehen, sind immer viel länger als jene der Asteroideen, machen den Eindruck von Fäden und sind an ihrer Außenseite weit hinab mit Fegehaaren besetzt. Bei einem Teile dieser Korbblütler, für welche als Beispiele Crepis grandiflora, Hieracium umbellatum und Leontodon hastile angeführt sein mögen, findet gleichfalls kurz vor dem Verblühen eine Krümmung und zugleich schraubige Drehung der beiden Griffeläste statt, die noch weit mehr als bei den Asteroideen an das Verschränken der Arme erinnert und eine Autogamie im Gefolge hat.

Den zweiten Vorgang, nämlich das spiralige Zurückrollen der Griffeläste, beobachtet man besonders schön an den Kreuzkräutern, namentlich den hohen, in unseren Wäldern häufigen Arten: Senecio Fuchsii und nemorensis, sowie an den Flockenblumen (Centaurea). Ich wähle als Vorbild die in den Voralpen weitverbreitete Bergflockenblume (Centaurea montana; s. Abbildung, S. 356, Fig. 4, 5, 6 und 7). Die Griffel sind hier wesentlich anders gestaltet als bei den im vorhergehenden besprochenen Korbblütlern. Das Narbengewebe breitet sich über die innere Fläche der Griffeläste, insbesondere über den Teil in der Nähe der freien Enden, aus, und die Fegehaare sind auf eine schmale Zone unterhalb der Gabelung des Griffels beschränkt. Das Ausbürsten des Pollens aus der Antherenröhre (s. Abbildung, S. 356, Fig. 4) erfolgt wie bei den anderen Korbblütlern; nur kommt es bei den Flockenblumen vor, daß dieses Ausbürsten durch plötzliche Verkürzung der von Insekten berührten reizbaren Antherenträger noch beschleunigt wird (s. S. 252). Nachdem die Hauptmasse des ausgebürsteten Pollens durch Insekten entfernt oder infolge des Auseinanderweichens der Griffeläste abgestoßen wurde (Fig. 5), sieht man die belegungsfähigen Innenflächen der Griffeläste so eingestellt, daß Insekten, welche auf anderen Blütenköpfchen mit Pollen beklebt wurden und nun angeflogen kommen, eine Kreuzung veranlassen müssen. Dieser Zustand dauert aber nur kurze Zeit; alsbald rollen sich die beiden Griffeläste spiralig zurück und zwar so lange, bis das belegungsfähige Gewebe ihrer ursprünglich inneren Seite mit dem an den Fegehaaren zurückgebliebenen Pollen in Berührung kommt und eine Autogamie stattfindet (s. Abbildung, S. 356, Fig. 6 und 7).

Die Glockenblumen (Campanula) zeigen der Mehrzahl nach dieselbe Rollung der Griffeläste, und es hat dieser Vorgang auch die gleiche Bedeutung wie bei den Korbblütlern. Doch ist bei ihnen die Art und Weise, wie der Pollen auf die Außenseite des Griffels kommt, etwas abweichend. Im Inneren der geschlossenen Blütenknospe liegen zwar, ähnlich wie bei den Korbblütlern, die langen Antheren dem wie eine Mittelsäule sich erhebenden Griffel an und bilden eine Art Röhre um denselben; auch öffnen sich diese Antheren an ihrer inneren Seite und lagern ihren ganzen Pollen auf die Außenseite des Griffels ab, welche mit zarten, glashellen Papillen besetzt ist und sich dadurch zum Festhalten des Pollens vortrefflich eignet; aber der Pollen wird nicht aus der Antherenröhre ausgebürstet, sondern die Antheren, nachdem ihr Pollen auf der Griffelsäule abgelagert wurde, trennen und lösen sich, schrumpfen zusammen, werden bedeutend kürzer und sind jetzt nur noch als ausgeleerte verbogene und vertrocknete Reste im Blütengrunde zu sehen (s. Abbildung, S. 356, Fig. 8). Die Griffeläste sind zu dieser Zeit bereits spreizend und so in die Mündung der Blumenkrone gestellt, daß die den Honig des Blütengrundes aufsuchenden Bienen und Hummeln notwendig das belegungsfähige Gewebe an der Spitze der Griffeläste streifen müssen. Bringen diese Insekten Pollen von anderen Blüten mit, so ist eine Kreuzung unvermeidlich. Tiefer unten beladen sich dieselben Insekten mit dem Pollen, welcher der Griffelsäule aufgelagert ist, und können diesen wieder zu anderen Blüten bringen. Gegen den Schluß des Blühens rollen

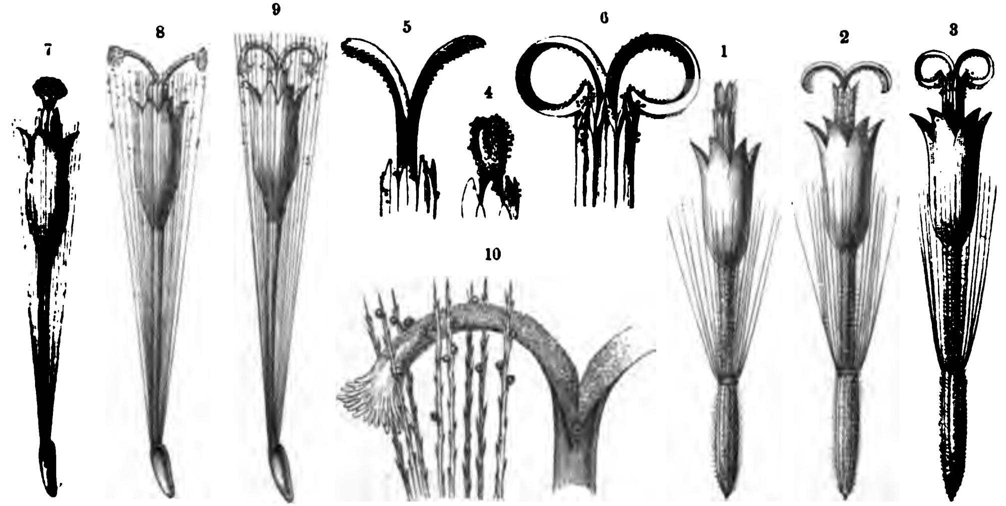
sich die Griffeläste spiralig zurück; das belegungsfähige Gewebe an der Spitze dieser Äste wird an die Griffelsäule angedrückt und mit dem Pollen belegt, von welchem noch immer eine genügende Menge sich an der betreffenden Stelle erhalten hat (s. Abbildung, S. 356, Fig. 9). Als Vorbild für diese Glockenblumen wurde hier die großblütige Campanula persicifolia gewählt, bei welcher die Griffeläste 1—1,6 cm lang sind und 1½—2 Spiralumgänge machen. Die meisten anderen Glockenblumen (z. B. C. barbata, carpatica, pyramidalis, Rapunculus, spicata) lassen an ihren Griffelästen nur 1—1½ Spiralumgänge erkennen, und bei einigen wenigen (z. B. C. patula und rapunculoides) geht die Rollung über zwei Spiralumgänge etwas hinaus. Die Gattung Rapunzel (Phyteuma), für welche Phyteuma orbiculare als Vorbild gewählt wurde (s. Abbildung, S. 356, Fig. 10 und 11), unterscheidet sich in betreff der hier in Rede stehenden Vorgänge dadurch von den zunächst verwandten Glockenblumen, daß die Ablagerung des Pollens sowie das Zurückziehen und Vertrocknen der entleerten Antheren geschieht, während die Spitzen der Blumenblätter noch zu einer Röhre verwachsen sind. Kurze Zeit hindurch ragt dann das Ende der Griffelsäule, ringsum mit Pollen beladen, über die Blumenkrone vor, die beiden Griffeläste trennen sich, und ihre mit dem belegungsfähigen Narbengewebe besetzten Spitzen sind jetzt auf Kreuzung durch Vermittelung anfliegender Insekten berechnet (s. Abbilduug, S. 356, Fig. 10). Wenn aber Insektenbesuch ausbleibt, so rollen sich die Griffeläste spiralig zurück, und ihre Spitzen legen sich an den Pollen der Griffelsäule an (s. Abbildung, S. 356, Fig. 11). An allen untersuchten Arten (Phyteuma confusum, hemisphaericum, Halleri, orbiculare, spicatum) vollführen die Griffeläste 1—2 Schraubenumgänge. Bei Phyteuma Halleri wurde auch beobachtet, daß nach erfolgter Autogamie die glashellen Härchen an der Griffelsäule sowie der von ihnen getragene Pollen schnell vertrocknen, und daß sich die Griffeläste wieder aufrollen.

Von Gentianeen zeigt diese Erscheinung in auffallender Weise die kleine, auf den Hochgebirgen in der Umgebung des Brenners in Tirol verbreitete Gentiana prostrata. Die Blüten derselben sind proterandrisch; die Antheren liegen in der Knospe dem kurzen Griffel und der noch zusammenschließenden Narbe an, öffnen sich und lagern ihren Pollen an die Außenseite der genannten Gebilde ab. Hier kann der Pollen nach der Eröffnung der Blumenkrone abgeholt und zu Kreuzungen verwendet werden. Etwas später spreizen die beiden Narbenlappen auseinander, und wenn jetzt Insekten in den Blütengrund einfahren, so streifen sie an die belegungsfähigen Stellen der Narbe an und können hier fremden Pollen abladen; endlich rollen sich die beiden Narbenlappen spiralig zurück und zwar so lange, bis das belegungsfähige Gewebe der oberen Seite den noch immer an dem kurzen Griffel haftenden Rest des Pollens erreicht hat.

Bei weitem seltener kommt es vor, daß sich die zurückrollenden Narben den Pollen vom Saume der Antherenröhre, von Haaren an der Blumenkrone, von den Borsten des Pappus oder aus grubigen Vertiefungen der Blumenblätter holen. Das Abholen von dem Saume der Antherenröhre wurde an mehreren Korbblütlern, namentlich an den Arten der Gattung Adenostyles und Cacalia, sowie an dem Wohlverleihe (Arnica montana) beobachtet. Der Griffel von Adenostyles besitzt keine eigentlichen Fegehaare und ist an der Außenseite nur mit Papillen besetzt, welche ihm ein drüsiges, rauhes Aussehen geben und der Pflanze den Namen Drüsengriffel eingetragen haben. Der Pollen wird daher auch nicht aus der Antherenröhre ausgebürstet, sondern hinausgepreßt. Der Saum der Antherenröhre ist fünfzackig; jeder der Zacken ist etwas gerollt und fast kahnförmig ausgehöhlt und dadurch geeignet, einen Teil des hinausgepreßten Pollens zurückzuhalten. Dieser Pollen wird nur für den Fall, daß nicht auf andere Weise eine Belegung der Narben stattgefunden hat, zur Autogamie verwendet, indem sich dann die beiden Griffeläste so lange spiralig zurückrollen, bis das belegungsfähige Gewebe mit dem Saume der Antherenröhre in Berührung kommt.

Die Griffeläste des Wohlverleihes (Arnica montana; s. untenstehende Abbildung, Fig. 1—6) sind nur an den unbedeutend verdickten Spitzen an der Außenseite mit Fegehaaren besetzt, und es wird hier der Pollen förmlich ausgebürstet (Fig. 1 und 4). Hierbei bleibt immer ein kleiner Teil des Pollens an dem fünfzackigen Saume der Antherenröhre zurück. Wie dann durch das spiralige Zurückrollen der Griffeläste der Pollen auf das belegungsfähige Narbengewebe kommt, ist durch die Figuren in der untenstehenden Abbildung anschaulich dargestellt.

Für das Abholen des Pollens von den Haaren der Blumenkrone wähle ich als leicht zugängliche Beispiele eine Glockenblume, zwei Nelken und einen weitverbreiteten Lippenblütler. Die nesselblätterige Glockenblume (Campanula Trachelium) weist eine Blumenkrone auf, welche an der Innenseite dicht mit Haaren besetzt ist. Diese Haare stehen in der Blütenknospe



Autogamie durch Krümmung der Griffeläste: 1, 2, 3. Blüten der Arnica montana in den aufeinander folgenden, zur Autogamie führenden Zuständen. — 4. Aneinander liegende Griffeläste der Arnica; kürzlich aus der Antherenröhre vorgeschoben. An den Fegehaaren und an der Mündung der Antherenröhre haftet Pollen. — 5. Die Griffeläste weiter vorgeschoben und spreizend. — 6. Die Griffeläste zurückgekrümmt, so daß das Narbengewebe mit dem an der Antherenröhre haftenden Pollen in Berührung kommt. — 7, 8, 9. Blüten des Senecio viscosus in den aufeinander folgenden, zur Autogamie führenden Zuständen. — 10. Ein abwärts gekrümmter Griffelast des Senecio viscosus, dessen Narbengewebe mit dem auf den Borsten des Pappus haftenden Pollen in Berührung kommt. — Sämtliche Figuren vergrößert. Vgl. Text, S. 360.

wagerecht nach innen und berühren den Griffel und die Antheren. Die Ablagerung des Pollens auf die Griffelsäule erfolgt wie bei den früher besprochenen Glockenblumen (s. S. 357), aber sobald sich die Antheren zurückziehen, gelangt stets etwas Pollen auf die Haare, und man sieht diese immer schon mit einem Teile des Pollens beklebt, wenn sich die Blumenkrone öffnet. Die in den Blütengrund einfahrenden Hummeln und Bienen können natürlich wieder eine Kreuzung veranlassen, alles genau so wie bei den anderen Glockenblumen. Aber gegen Ende des Blühens rollen sich bei Campanula Trachelium die Griffeläste nicht bis zur Mittelsäule hin; es genügt hier eine halbbogenförmige Krümmung zu den mit Pollen beklebten Haaren, um das belegungsfähige Narbengewebe der Griffelspitzen mit Pollen zu versehen.

An der in den Südalpen heimischen Nelke Dianthus neglectus und ebenso an der Gletschernelke (Dianthus glacialis) ist die Platte der Blumenblätter mit Haaren besetzt. Nachdem die Antheren ihren Pollen den Insekten angeboten haben, krümmen sich die Träger derselben bogenförmig auswärts, und dabei wird etwas Pollen an die Haare der Platte angeheftet; auch wird durch die Insekten, welche die proterandrischen Blüten besuchen, gewöhnlich etwas Pollen verstreut und fällt auf die Platte der Blumenblätter hinab. Nun naht das Ende des Blühens. Die vor dem Eingange zum Blütengrunde gestellten Narben

erwarten, daß anfliegende Insekten den Pollen anderer Blüten an sie anstreifen, was mit einer Kreuzung gleichbedeutend wäre. Mitunter bleiben aber die Insekten aus, und für diesen Fall wird noch im letzten Augenblicke der auf den behaarten Platten der Blumenblätter abgelagerte Pollen ausgenutzt. Die mit glashellen Papillen dicht besetzten Narben krümmen sich S-förmig, streifen wie eine Bürste über die Platte hinweg und werden dabei mit dem dort zurückbehaltenen Pollen belegt. Diese Belegung wird bei den beiden genannten Nelken noch wesentlich dadurch gefördert, daß die Platte der Blumenblätter im Verlaufe des Blühens um einige Millimeter in die Länge wächst, wodurch die mit Pollen beklebten Haare den Narben etwas näher gerückt werden. Bei Dianthus neglectus findet überdies ein Einrollen und Aufrichten der Platten am Abende statt, was gleichfalls das Abbürsten des Pollens durch die Narben sehr erleichtert.

An Ballota nigra, einem auf bebautem Lande, an Hecken und Zäunen häufigen Lippenblütler mit proterandrischen Blüten, fällt schon im Beginne des Blühens ein Teil des Pollens auf den Haarpelz, welcher die Ränder der Oberlippe bekleidet. Wenn nun bei dieser Pflanze eine Belegung der Narbe durch Vermittelung der Insekten nicht stattgefunden hat, so biegt sich am Ende des Blühens der untere Griffelast nach abwärts und holt sich den auf den besagten Haarpelz aufgespeicherten Pollen. Ähnliches vollzieht sich auch an einigen anderen Lippenblütlern, wie z. B. an der im mittelländischen Florengebiete heimischen Salvia viridis, indem deren Griffel bei ausbleibendem Insektenbesuche fast um einen ganzen Kreisbogen herabgekrümmt wird, damit die Narbe mit dem schon im Beginne des Blühens abgefallenen und auf der Unterlippe aufgespeicherten Pollen in Berührung kommt. Das Abholen des in schalenförmigen Vertiefungen der Blumenkrone aufgespeicherten Pollens durch den herabgekrümmten Griffel oder die von ihm getragene Narbe wurde von mir bisher nur bei Tozzia alpina und Pirola media beobachtet, dürfte aber auch noch bei manchen anderen Pflanzen vorkommen.

Der eigentümliche Fall, daß sich die belegungsfähige Narbe den Pollen von den Haaren des sogenannten Pappus holt, ist durch die Abbildung, S. 359, Fig. 7—10 dargestellt. Bei dem als Vorbild benutzten klebrigen Kreuzkraute (Senecio viscosus) sind die Griffeläste nur an der Spitze mit büschelförmig gruppierten Fegehaaren besetzt. Wenn sich der Griffel verlängert, bürsten diese Fegehaare den Pollen aus der Antherenröhre; der Pollen erscheint jetzt als ein rundliches Klümpchen der Antherenröhre aufgelagert (s. S. 359, Fig. 7) und kann von Insekten abgeholt werden. Zu dieser Zeit sind die Haare des Pappus und die Blumenkrone 6 mm lang. Bald darauf spreizen die beiden rasch verlängerten Griffeläste auseinander, der Pollen, wenn ihn nicht schon Insekten abholten, wird abgestoßen und fällt auf die Haare des Pappus, an dessen Rauhigkeiten er hängen bleibt (s. S. 359, Fig. 8). Nun soll das belegungsfähige Gewebe an der inneren, inzwischen nach oben gekehrten Seite der Griffeläste durch Vermittelung von Insekten mit dem Pollen anderer Blüten belegt werden. Alle Teile der Blüte haben sich mittlerweile verlängert; die Haare des Pappus sind 7, die Blumenkrone ist 6,5 mm lang. Endlich tritt die Blüte in das dritte Entwickelungsstadium ein. Die beiden Griffeläste krümmen sich im Halbbogen abwärts, und das belegungsfähige Gewebe derselben kommt mit dem an den Haaren des Pappus hängenden Pollen in Berührung, was noch wesentlich dadurch gefördert wird, daß sich die Pappushaare von 7 auf 8 mm verlängert haben, so daß sie jetzt sogar über die Griffeläste hinausragen (s. S. 359, Fig. 9 u. 10).

In den bisher besprochenen Fällen sind an dem Zustandekommen der Autogamie nur Pollenblätter und Fruchtanlagen beteiligt. Bald neigen und krümmen sich die Träger der Antheren, bald die Träger des Narbengewebes, mitunter kommen sich auch beide Teile wechselseitig entgegen und suchen sich förmlich auf. Die Blumenblätter, welche in Wirteln um die Pollenblätter herumstehen, spielen dagegen bei allen diesen Pflanzen keine in den

Vorgang der Autogamie unmittelbar eingreifende Rolle. Ich komme nun zur Schilderung jener **Pflanzen, bei welchen den Blumenblättern die Aufgabe zukommt, die Autogamie zu vermitteln.**

Am einfachsten vollzieht sich diese Vermittelung, **wenn die an der Innenseite röhrenförmiger, becherförmiger oder beckenförmiger Blumen angewachsenen Antheren infolge der Verengerung oder des Zusammenschließens der Blumen mit der Narbe in Berührung gebracht werden.** Als Vorbild mag der Vogelkopf (Thymelaea Passerina) dienen. Die unscheinbaren kleinen Blüten enthalten Nektar und locken durch ihren Honigduft kleine Insekten an, welche bei dem Saugen des süßen Saftes den Pollen von den Antheren abstreifen, ihn auf die Narben anderer Blüten bringen und Kreuzungen einleiten. Die Antheren sind der Innenseite des becherförmigen Perigons angewachsen und anfänglich von den Narben nur 1/2 mm entfernt. Trotz dieses geringen Abstandes kommt im Beginne des Blühens der klebrige haftende Pollen nicht von selbst auf die zuständige Narbe. Erst am Schlusse des Blühens zieht sich das Perigon im oberen Drittel etwas zusammen, und die dort in gleicher Höhe mit der Narbe stehenden Antheren werden dadurch an die Narbe angedrückt. An der zu den Protulaceen gehörenden Claytonia perfoliata erfolgt die Autogamie auf dieselbe Weise, und es besteht nur insofern eine Abweichung, daß hier die Antheren besondere fadenförmige Träger besitzen, welche mit der Basis der Blumenblätter verwachsen sind. Diese Fäden machen aber alle Bewegungen der Blumenblätter mit, und die von ihnen getragenen Antheren werden bei dem Zusammenschließen der Krone pünktlich an die Narbe angedrückt.

In anderen Fällen **werden die der Innenseite der Blumenblätter angewachsenen Pollenblätter, deren Antheren im Beginne des Blühens unterhalb, beziehentlich hinter den Narben stehen, durch das Auswachsen und die Verlängerung der Blumenblätter während der Blütezeit vorgeschoben und kommen dadurch am Schlusse des Blühens an die Seitenränder der Narben zu liegen.** Bei den Nachtschattengewächsen (Hyoscyamus, Lycium, Nicotiana, Physalis, Scopolia) ist dieser Vorgang etwas sehr Gewöhnliches. Auch bei den Gentianeen (z. B. Erythraea pulchella, Gentiana campestris, glacialis) wurde er beobachtet. Bei einigen dieser Pflanzen ist die Verlängerung, welche die Röhre der Blumenkrone erfährt, im Verhältnis zur Größe der Blüte sehr bedeutend. Bei dem Tabak (Nicotiana Tabacum) beträgt sie fast 1/2 cm, bei dem kleinen Tausendgüldenkraute nur 2 mm. In den meisten Fällen geht übrigens mit der Verlängerung der Blumenkronenröhre auch eine Streckung der Antherenträger Hand in Hand. Infolge dieses vereinten Längenwachstums werden die Antheren in den kurzgriffeligen Blüten des Bocksdornes (Lycium barbarum) binnen 24 Stunden um 1/2 cm vorgeschoben. In den Blüten des Bilsenkrautes (Hyoscyamus niger), welche sich am Morgen geöffnet haben, stehen die Antheren 7 mm unterhalb der Narbe, aber schon am Abende desselben Tages sind durch das gleichzeitige Längenwachstum der Kronenröhre und der an dieselbe angewachsenen Pollenblätter die Antheren bis zur Narbe emporgehoben und an dieselbe angedrückt. Es braucht kaum erwähnt zu werden, daß bei diesen Gewächsen, die sämtlich proterogyn sind, im Beginne des Blühens eine Kreuzung ermöglicht ist und auch in der That durch Vermittelung der Insekten sehr häufig stattfindet.

Einen überaus merkwürdigen Fall bilden auch die großblütigen Arten der Gattung Augentrost (Euphrasia Rostkoviana, versicolor, speciosa) und der schmalblätterige und behaarte Klappertopf (Rhinanthus angustifolius und hirsutus). Die Blüten dieser Pflanzen sind seitlich eingestellt; ihre Blumenkrone zeigt eine dreilappige Unterlippe und eine zweilappige, helmförmig gewölbte Oberlippe. Der Blumenkronenröhre sind vier streuzangenförmige Pollenblätter angewachsen. Die Antheren sind unter dem schützenden Dache der

Oberlippe geborgen; der lange, fadenförmige Griffel ist S-förmig gekrümmt, liegt über den Antheren und erscheint im Anfange des Blühens ein gutes Stück über die Antheren vorgestreckt (s. Abbildung, S. 273, Fig. 4). Narbe und Antheren sind jetzt so gestellt, daß die zum Blütengrunde einfahrenden Insekten vorerst die Narbe streifen müssen und kurz darauf mit dem aus den streuzangenförmigen Antheren ausfallenden Pollen eingestäubt werden. Wenn von den Insekten mehrere Blüten nacheinander besucht werden, so sind Kreuzungen unvermeidlich. Wenn aber Insekten ausbleiben, so verlängert sich die Röhre der Blumenkrone, und es werden dadurch die derselben angewachsenen Pollenblätter vorgeschoben. Da der Griffel seine anfängliche Länge beibehält, so kommt jetzt die ihn abschließende Narbe, welche bisher vor den Antheren stand, neben oder über die Antheren zu stehen. Die Narbe wird also von den nachgeschobenen Antheren gewissermaßen überholt. Bei den großblütigen Arten des Augentrostes drückt dann der gespannte Griffel auf die vorgeschobenen Antheren, bewirkt, daß sie auseinander weichen und senkt sich nach abwärts. Seine Narbe kommt dadurch zwischen die noch immer mit Pollen erfüllten Schalen der Antheren und wird dort unfehlbar belegt. Bei den genannten Arten des Klappertopfes gleitet der Griffel neben den Antheren vorbei und streift gewöhnlich den Pollen, welcher aus den erschlaffenden Streuzangen am Schlusse des Blühens ausgefallen und an den Haaren der Anthere und den eingebogenen Falten der Blumenkrone hängen geblieben ist.

Weit seltener als die Blumenkrone beteiligt sich der Kelch in der angegebenen Weise an dem Zustandekommen der Autogamie, und es ist bisher nur die nordamerikanische **Tellima grandiflora** bekannt geworden, bei welcher im Beginne des Blühens die Narbe etwas höher steht als die Antheren, aber alsbald durch Verlängerung des Kelches und Vorschieben der an die Kelchröhre angewachsenen Pollenblätter von den mit Pollen bedeckten Antheren erreicht und belegt wird.

An vielen Pflanzen kommt die Autogamie dadurch zu stande, daß *die Narbe durch die Röhre der abfallenden Blumenkrone durchgezogen wird und dabei entweder an die noch mit Pollen beladenen Antheren oder an die mit Pollen beklebte Innenseite der Krone anstreift.* Dieser Vorgang setzt voraus, daß zur Zeit der vollen Blüte die Antheren von der Narbe überragt werden, und daß dann, wenn die Blumenkrone sich ablöst und abfällt, die Narbe noch belegungsfähig ist. Diese beiden Bedingungen sind auch in Wirklichkeit an allen hierher gehörigen Pflanzen erfüllt. Bei den Arten der Gattung **Gilea**, dann bei der brasilischen **Psychotria leucocephala** sind die langen, fadenförmigen Griffel in spreizende Äste geteilt, welche das zarte Narbengewebe tragen, und es ragen diese Griffeläste zur Zeit der vollen Blüte über den Saum der Blumenkrone und ebenso über die Antheren weit hinaus. Demzufolge treffen auch die Insekten, welche auf solche Blüten angeflogen kommen, zuerst auf die vorstehenden Narben und veranlassen für den Fall, daß sie mit Pollen beladen von anderen Blüten herankommen, zunächst eine Kreuzung. Anderseits hat diese Lage und Form der Narben den Vorteil, daß für den Fall ausbleibenden Insektenbesuches bei dem Abfallen der Blumenkrone, also im letzten Augenblicke des Blühens, noch ein Abstreifen des Pollens durch die noch immer belegungsfähige Narbe erfolgen kann. Nicht selten sieht man bei den genannten Pflanzen, daß die abgelöste Blumenkrone an dem langen Griffel und den spreizenden Narben eine Zeitlang hängen bleibt, wodurch jedenfalls die Autogamie wesentlich gefördert wird. Dieses Hängenbleiben der sich ablösenden Blumenkrone kommt übrigens auch bei Blüten mit knopfförmiger oder kurzlappiger Narbe vor, wie z. B. bei dem gewimperten Alpenröschen (**Rhododendron hirsutum**), bei **Digitalis, Anchusa, Cestrum** und verschiedenen anderen Skrofularineen, Asperifolieen und Nachtschattengewächsen. Wenn der Griffel durch die abfallende Blumenkrone des genannten Alpenröschens durchgeschleift wird, so streift die Narbe den Pollen ab,

welcher aus den Antheren regelmäßig schon vor der Eröffnung der Blüte auf die Haare im Inneren der Kronenröhre übergeht. Bei Cestrum aurantiacum, welches die eigentümliche Einrichtung zeigt, daß die von steifen, etwas einwärts gebogenen Fäden getragenen Antheren an den Griffel angedrückt werden, bleiben die Blumenkronen gewöhnlich noch ein paar Tage nach ihrer Ablösung an dem Griffel hängen und fallen erst nach erfolgter Befruchtung mit diesem zusammen ab. Überhaupt sind zur Erzielung der Autogamie bei dem Durchziehen des Griffels durch die abfallende Blumenkrone sehr mannigfaltige Einrichtungen getroffen. Drei derselben sollen hier noch in Kürze beschrieben werden. Die Blüte des Mottenkrautes (Verbascum Blattaria), welche als Vorbild für eine große Zahl von Blüten anderer Skrofularineen dienen kann, zeigt eine Blumenkrone mit sehr kurzer Röhre und einen radförmig ausgebreiteten Saum. Der Röhre angewachsen sieht man fünf mit violetter Wolle bekleidete Pollenblätter, von welchen die drei oberen etwas kürzer sind als die zwei unteren. Alle Pollenblätter ragen in schräger Richtung über den Saum der Blumenkrone vor. Noch weiter ragt aus der Mitte der Blüte der Griffel heraus, welcher als Anflugsstange für die Insekten dient. Begreiflicherweise wird bei dieser Stellung der Blütenteile durch jedes von anderen Blüten herankommende und Pollen mitbringende Insekt zuerst eine Kreuzung eingeleitet. Die Autogamie ist wie in so vielen anderen Fällen dem Ende des Blühens vorbehalten. Damit sie erfolgen kann, schlagen sich zuerst die beiden bisher vorgestreckten längeren Antherenträger über die Mündung der Kronenröhre, etwa so wie zwei Arme, welche man über die Brust kreuzt. Dadurch kommen die zwei Antheren, welche zu dieser Zeit noch immer mit orangefarbigem Pollen erfüllt sind, hinter die Narbe zu stehen. Nun löst sich die Blumenkrone von dem Blütenboden ab, sinkt nach vorn über, bleibt aber an dem langen Griffel noch kurze Zeit aufgehängt, dreht sich etwas nach rechts oder links und fällt auch schließlich mit drehender Bewegung ab. Dabei ist es unvermeidlich, daß die Narbe an die eine oder andere der beiden erwähnten, vor die Mündung der Blüte geschlagenen Antheren anstreift und mit Pollen belegt wird. Der zu den Primulaceen gehörige Gauchheil (Anagallis) entwickelt eine Blumenkrone, welche, nicht unähnlich jener des eben besprochenen Mottenkrautes, eine sehr kurze Röhre, einen radförmig ausgebreiteten Saum und fünf mit violetten Haaren besetzte Pollenblätter aufweist. Die Pollenblätter sind hier gleich lang, und der Griffel ist nach einer Seite gebogen und zwischen zwei Pollenblätter durchgesteckt. Dadurch erscheint die Narbe dem Bereiche der Antheren entrückt, und es kann bei dieser Lage im Beginne des Blühens der Pollen nicht auf die Narbe gelangen. Dagegen können kleine Insekten, welche über die tellerförmige Blumenkrone herankommen, um an den Haaren der Pollenblätter zu naschen, eine Kreuzung herbeiführen. Die Blüten des Gauchheiles gehören zu jenen, deren Blumenkronen sich periodisch öffnen und schließen, und zwar erfolgt das Schließen in der Weise, daß sich der schüsselförmig ausgebreitete Saum in Falten legt, welche sich übereinander schieben. Wenn die Schließbewegung zum zweiten Male stattfindet, kommen die Antheren mit dem eingefalteten Teile der Blumenkrone in Berührung, und es klebt an die letztere immer etwas Pollen an. Dieser Pollen ist an der inneren Seite der Blumenkrone auch am nächsten Tage noch zu sehen, wenn der Saum sich wieder flach ausgebreitet hat, und er erhält sich dort bis zum Abende, bei dessen Heranrücken sich die Blumenkrone zum dritten Male schließt. Nach dem drittmaligen Schließen öffnet sie sich nicht wieder, sondern fällt geschlossen ab, und dabei ist es unvermeidlich, daß der zwischen zwei Pollenblättern durchgesteckte Griffel mit seiner Narbe an die Innenwand der Blumenkrone anstreift, und daß die Narbe mit dem dort angeklebten Pollen belegt wird. Und nun noch die Soldanella (Soldanella alpina), welche schon wiederholt im Hinblicke auf andere Verhältnisse erwähnt und auf S. 332 mit Rücksicht auf eine zweite bei ihr vorkommende Form der Autogamie besprochen wurde. Der Griffel ragt als Mittelsäule durch die glockenförmige Blumenkrone, und die fünf Pollenblätter,

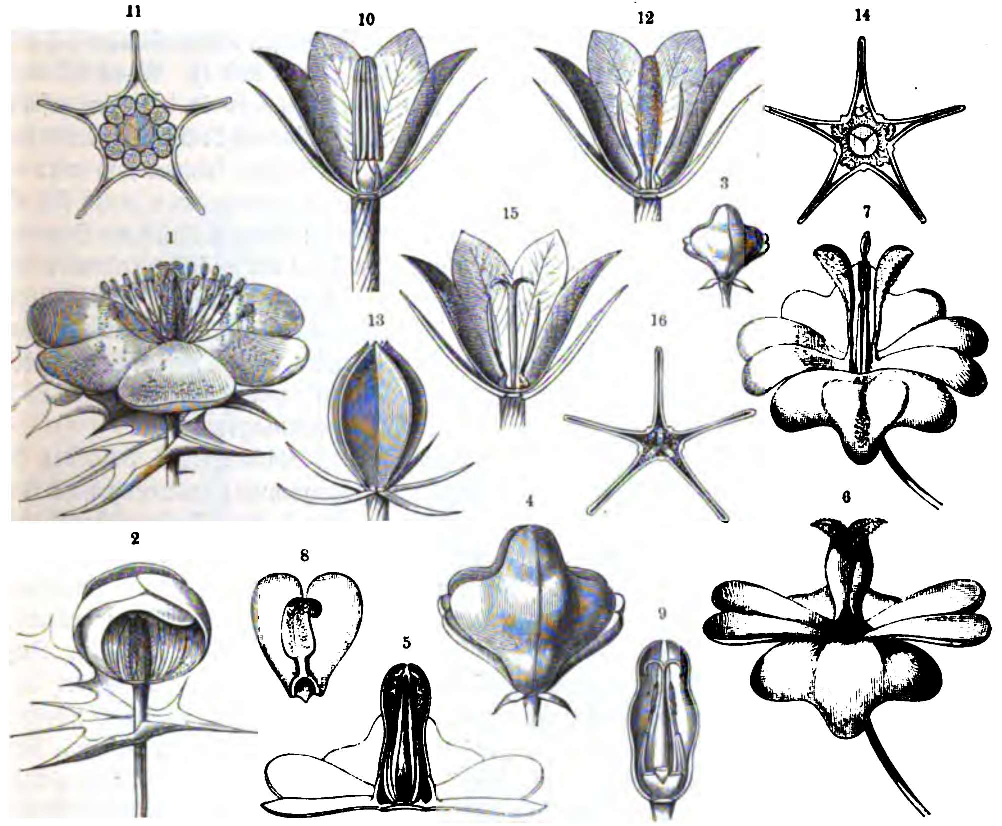
deren Antheren einen Streukegel bilden, liegen dieser Mittelsäule an. Insekten, welche in die Glöckchen einfahren, streifen zuerst die Narbe und können diese mit fremdem Pollen belegen. Wenn sie weiter gegen den Blütengrund vordringen, werden sie infolge des Verschiebens einzelner Glieder des Streukegels mit Pollen bestäubt. Bei ausbleibendem Insektenbesuche sind die Antheren auch zur Zeit des Abfallens der Blumenkrone noch mit Pollen erfüllt, und wenn nun der Griffel durch den gelockerten Antherenkegel durchgezogen wird, so streift die den Griffel abschließende Narbe an den im Inneren des Streu-, beziehentlich Antherenkegels zurückgebliebenen Pollen, und es findet Autogamie statt.

An diese Gewächse, deren Narben bei dem Durchschleifen durch die Röhre der abfallenden Blumenkrone belegt werden, schließt sich eine Gruppe von Arten, bei welchen die Belegung der Narben mit Pollen aus den zuständigen Antheren in folgender Weise erfolgt. Im Beginne des Blühens werden die Blumenblätter mit etwas Pollen beklebt. Dieser Pollen bleibt gewissermaßen in Reserve. Wenn die Narbe der betreffenden Blüte inzwischen nicht mit fremdem Pollen belegt wird, so werden am Schlusse des Blühens von den Blumenblättern Bewegungen ausgeführt, welche zur Folge haben, daß der an ihren Flächen, Rändern, Lappen oder Falten angeklebte Pollen auf die zuständige Narbe kommt. Die hierher gehörigen Fälle sind sehr zahlreich, und es empfiehlt sich, dieselben zur besseren Übersicht in kleine Gruppen zusammenzufassen und diese durch besonders augenfällige Beispiele zu erläutern.

Bei Argemone, Hypecoum und Specularia, welche als Vorbilder für die erste Gruppe hingestellt sein mögen, ist eine bedeutende Verlängerung der mit Pollen beklebten Blumenblätter im Verlaufe des Blühens nicht zu bemerken. Bei Argemone dauert das Blühen ohnedies nur einen Tag, und da spielt sich der Vorgang in folgender, sehr einfacher Weise ab. Sobald am Morgen die Blumenblätter weit auseinander gehen und auch die Garbe der Pollenblätter, welche den Stempel umgibt, gelockert wird, fällt sofort etwas Pollen in die schalenförmige Vertiefung der Blumenblätter (s. Abbildung, S. 365, Fig. 1). Die Blumen stehen aufrecht; auch der Stempel ist aufrecht gestellt, und seine sternförmige Narbe, welche den besten Anflugsplatz für Insekten bildet, ragt zwar nicht bedeutend, aber doch um so viel über die Antheren empor und ist in wagerechter Richtung so weit von diesen entfernt, daß der ausgebotene Pollen von selbst nicht auf das belegungsfähige Gewebe gelangen kann. Insekten, welche mit Pollen beladen von anderen Blüten herangeflogen kommen, werden im Laufe des Tages bei Benutzung des erwähnten Anflugsplatzes eine Kreuzung veranlassen. Nun kommt der Abend. Die Blumenblätter schließen zusammen, krümmen sich empor, und eines derselben legt sich unmittelbar mit seiner pollenbedeckten Seite an die Narben an (s. Abbildung, S. 365, Fig. 2).

Bei weitem verwickelter ist die Sache bei der Lappenblume (Hypecoum). Die Blüten dieser Pflanze (s. S. 365, Fig. 3 und 4) zeigen zwei kleine Kelchblättchen und vier größere dreilappige Kronenblätter. Die letzteren sind paarweise geordnet und kreuzweise gestellt; ein Paar steht etwas tiefer, ein anderes etwas höher. An den Blättern des höher stehenden Paares zeigt der mittlere Lappen eine seltsame Ausbildung; er ist ausgehöhlt, hat in der jungen Blüte die Gestalt eines Löffels oder einer Tasche, ist am Rande gefranst und hat die Aufgabe, gleich im Beginne des Blühens den gesamten Pollen der Antheren aufzunehmen. Die Antheren sind hier ähnlich wie bei den Korbblütlern zu einer den Griffel umfassenden Röhre verwachsen, öffnen sich aber nicht wie bei diesen an der nach innen, sondern an der nach außen gewendeten Seite. Zur Zeit des Öffnens und des Pollenaustrittes liegen ihnen die zwei löffel- oder taschenförmigen Mittellappen der oberen Kronenblätter an, und der gesamte Pollen geht, wie gesagt, auf diese Lappen über (s. S. 365, Fig. 5). Ist diese Übertragung erfolgt, so trennen sich die beiden mit Pollen beladenen Lappen und zwar zunächst an ihrem

oberen freien Ende und an ihren Seitenrändern (s. untenstehende Abbildung, Fig. 6). Dadurch ist jetzt der Pollen frei ausgesetzt und ausgeboten und kann von Insekten, welche angeflogen kommen, um sich den versteckten Honig aus der kleinen Grube unter dem Lappen (Fig. 8) zu holen, aufgeladen und fortgetragen werden. Die beiden linealen Narben liegen zu dieser Zeit noch aneinander und ihr Gewebe kann noch nicht belegt werden; erst 2 Tage nach dem erstmaligen Öffnen der Blüte trennen sie sich, werden spreizend und bilden jetzt den



Autogamie durch Vermittelung der Blumenblätter: 1. Blüte der Argemone Mexicana, im Sonnenscheine geöffnet. Auf den schalenförmigen Blumenblättern haftet aus den Antheren gefallener Pollen. — 2. Dieselbe Blüte geschlossen; eines der mit Pollen beklebten Blumenblätter hat sich auf die Narbe gelegt. (Das vordere Blumenblatt entfernt.) — 3. Geschlossene Blüte des Hypecoum grandiflorum in natürlicher Größe. — 4. Dieselbe Blüte vergrößert. — 5. Längsschnitt durch die geöffnete Blüte; erstes Stadium. — 6. Geöffnete Blüte, an welcher sich die mit Pollen beladenen Lappen der inneren Blumenblätter zu trennen beginnen. — 7. Dieselbe Blüte in einem späteren Stadium. — 8. Eines der beiden inneren Blumenblätter; der mittlere Lappen mit Pollen bedeckt, darunter die Honiggrube. — 9. Längsschnitt durch eine geschlossene Blüte; letztes Stadium. — 10. Specularia Speculum; Längsschnitt durch eine offene Blüte; erstes Stadium. — 11. Querschnitt durch eine geschlossene Blüte; erstes Stadium. — 12. Längsschnitt durch eine offene Blüte; zweites Stadium. — 13. Geschlossene Blüte. — 14. Querschnitt durch eine geschlossene Blüte; zweites Stadium. — 15. Längsschnitt durch eine offene Blüte; letztes Stadium. — 16. Querschnitt durch eine geschlossene Blüte; letztes Stadium. — Fig. 1, 2, 3 in natürlicher Größe; die anderen Figuren vergrößert. Vgl. Text, S. 364—366.

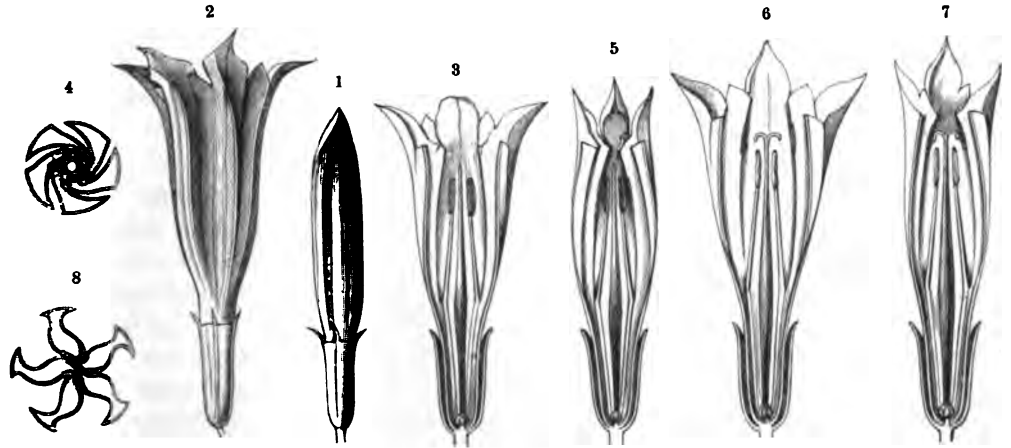
bequemsten Anflugsplatz für die Insekten, welche zu dem Honig in den oben erwähnten Honiggruben einfahren wollen. Sie befinden sich genau an derselben Stelle, wo früher der Pollen ausgesetzt war (s. obenstehende Abbildung, Fig. 7), und wenn jetzt die Narben als Anflugsplatz von solchen Insekten benutzt werden, die von anderen jüngeren Blüten herkommen, so wird das Narbengewebe unvermeidlich mit fremden Pollen belegt. Die mit Pollen beladenen Lappen der zwei oberen Blumenblätter, insbesondere die seitlichen Ränder derselben, haben sich mittlerweile noch weit mehr zurückgekrümmt; die frühere gewölbte Rückseite derselben erscheint jetzt kahnförmig ausgehöhlt, und der ganze Lappen ist gewissermaßen umgestülpt.

Die beiden spreizenden Narben stehen unter einem rechten Winkel gegen die beiden oberen Blumenblätter, und ihre Spitzen sind gegen die Mittellinie der beiden unteren Blumenblätter gerichtet. Infolgedessen sind die Narben von dem Pollen der Lappen so weit entfernt, daß ohne eine besondere Vermittelung die Autogamie nicht stattfinden könnte. Diese Vermittelung wird von den zwei äußeren, beziehentlich unteren Kronenblättern übernommen, und das geschieht auf folgende Art. Sobald der Abend heranrückt, schließen sich die Blüten der Lappenblume; zuerst richten sich die zwei nicht mit Pollen beladenen Lappen der oberen Kronenblätter empor, worauf dann die beiden unteren dreilappigen Kronenblätter sich wie zwei große Klappen darüber decken (s. Abbildung, S. 365, Fig. 3 und 4). Wenn sich nun am zweiten oder dritten Tage die Ränder des pollenbedeckten Lappens in der oben geschilderten Weise zurückgerollt haben und die über sie zusammenschließenden beiden Kronenblätter mit den zurückgerollten und pollentragenden Rändern in Berührung kommen, so wird an dieselben ein Teil des Pollens angeklebt, und es ist am darauf folgenden Tage, wenn sich die Blüte wieder geöffnet hat, an der Mittellinie der beiden äußeren Kronenblätter ein Streifen angeklebten Pollens zu sehen (s. S. 365, Fig. 7). Am letzten Tage des Blühens krümmen sich die beiden Narbenspitzen, von welchen früher erwähnt wurde, daß sie gegen die Mittellinie der beiden äußeren Kronenblätter gerichtet seien, im Halbbogen herab, und wenn nun bei eintretender Dämmerung die Blüte sich wieder schließt, so wird der an der Mittellinie der klappenförmigen Blumenblätter haftende Pollen an die Narbenspitzen angedrückt (s. S. 365, Fig. 9) und es erfolgt so im letzten Augenblicke des Blühens Autogamie.

Die Blüten der Spiegelglocke (Specularia Speculum; s. Abbildung, S. 365, Fig. 10 bis 15) sind gleich jenen der gewöhnlichen Glockenblume (Campanula) proterandrisch; ihre Antheren, welche in der eben geöffneten Blüte eine Röhre bilden (s. S. 365, Fig. 10 und 11), öffnen sich nach innen und setzen ihren gesamten Pollen auf die zarten Haare ab, mit denen die Außenseite der Griffelsäule besetzt ist. Nachdem sich die ausgeleerten und geschrumpften Antheren getrennt haben, sieht man in der Mitte der Blüte einen mit Pollen bedeckten Zapfen, der den honigsuchenden Insekten als Anflugsplatz dient (s. S. 365, Fig. 12). Jetzt können die Insekten nur Pollen abholen; denn die Griffeläste liegen noch aneinander, und das belegungsfähige Gewebe ist noch nicht zugänglich. Allabendlich schließt sich die beckenförmige mit ihrer Weitung nach oben sehende Blumenkrone und zwar so, daß sich fünf einspringende Winkel, beziehentlich Falten bilden (s. S. 365, Fig. 13). Bei diesem Schließen kommen die Kanten der einspringenden Falten bis an die mit Pollen bedeckte Mittelsäule (s. S. 365, Fig. 14), und es wird ein Teil des Pollens an sie angeklebt. Wenn sich am anderen Morgen die Blumenkrone öffnet, so sieht man an der Innenseite derselben linienförmige Streifen des angeklebten Pollens. Inzwischen haben sich die drei kurzen Äste des Griffels getrennt und spreizen auseinander; der Pollen, welcher bisher die Griffelsäule bedeckte, ist abgefallen (s. S. 365, Fig. 15) oder von Insekten entführt worden. Wenn jetzt die spreizenden Griffeläste als Anflugsplatz von Insekten benutzt werden und zwar von solchen, denen kurz vorher bei dem Besuche jüngerer Blüten Pollen angeklebt wurde, so ist Kreuzung die notwendige Folge. Nun kommt die Dämmerung, die Blüte schließt sich in derselben Weise wie an den vorhergehenden Abenden, die mit Pollen beklebten Kanten der einspringenden Falten legen sich an die spreizenden und etwas zurückgekrümmten Griffeläste und belegen das Narbengewebe mit Pollen (s. S. 365, Fig. 16). Sollte schon früher durch Vermittelung der Insekten eine Belegung mit fremden Pollen stattgefunden haben, so ist diese Autogamie überflüssig, aber für den Fall, daß eine Kreuzung nicht stattgefunden hat, kommt die Autogamie zur Geltung und hat auch stets eine Befruchtung und Fruchtbildung zur Folge. In den nickenden oder hängenden Blüten verschiedener Nachtschattengewächse, zumal der Kartoffelpflanze (Solanum tuberosum), wird ein ähnlicher Vorgang beobachtet,

ähnlich insofern, als auch da häufig etwas Pollen auf die Blumenkrone gelangt und von der sich in Falten legenden Blumenkrone auf die Narbe übertragen werden kann. Aber der Pollen kommt hier aus den Löchern an den Spitzen der Antheren zum Vorscheine, fällt nicht regelmäßig und nicht auf bestimmte Stellen der Krone, demzufolge die Autogamie bei diesen Pflanzen auch nicht so sichergestellt ist wie bei der Spiegelglocke.

Aus den obigen Schilderungen geht hervor, daß bei Argemone, Hypecoum und Specularia die Autogamie durch Vermittelung der Blumenkrone erfolgt, daß aber dabei eine merkbare Verlängerung der mit Pollen beklebten Blumenblätter während des Blühens nicht stattfindet. Es ist nun eine andere Gruppe von Pflanzen zu besprechen, bei welchen die Blumenblätter an der Autogamie in ganz ähnlicher Weise wie bei den vorhergehenden beteiligt sind, aber auch die Verlängerung der Blumenkrone eine sehr wichtige Rolle spielt.



Autogamie durch Vermittelung der Blumenkrone: 1. Gentiana asclepiadea; Blüte kurz vor dem erstmaligen Öffnen. — 2. Offene Blüte im letzten Entwickelungsstadium. — 3. Längsschnitt durch eine zum ersten Male geöffnete Blüte. — 4. Querschnitt durch diese Blüte. — 5. Längsschnitt durch eine zum ersten Male geschlossene Blüte. An die einspringenden Falten der Blumenkrone wird Pollen geklebt. — 6. Längsschnitt durch eine zum letzten Male geöffnete Blüte. — 7. Längsschnitt durch eine zum letzten Male geschlossene Blüte. Der Pollen wird von den Falten der Blumenkrone auf die zurückgekrümmten Narben übertragen. — 8. Querschnitt durch diese Blüte. — Die Antherenröhre in Fig. 3, 5, 6 und 7 im optischen Durchschnitte. Vgl. Text, S. 368.

Als Vorbilder dieser Gruppe können die Gentianen aus der Rotte Coelanthe (Gentiana asclepiadea, Pneumonanthe ꝛc.), verschiedene Giftlilien (Colchicum, Sternbergia), einige Irideen aus der Gattung Sisyrinchum und die mit Zungenblüten ausgestatteten Korbblütler (Crepis, Hieracium, Hypochoeris, Leontodon ꝛc.) hingestellt werden.

Die Blüten der im subalpinen Gau der baltischen Flora weitverbreiteten Gentiana asclepiadea (s. obenstehende Abbildung) sind proterandrisch; die Antheren erscheinen nach dem Muster der Korbblütler und Glockenblumen zu einer Röhre miteinander verwachsen, entbinden aber ihren Pollen nicht wie bei diesen in das Innere der Röhre, sondern verhalten sich in dieser Beziehung gleich jenen der Lappenblume; sie öffnen sich nämlich mit Längsrissen an der äußeren Seite, und es erscheint dem entsprechend die Antherenröhre nach dem Öffnen der Fächer an der äußeren Seite ringsum mit Pollen besetzt (s. oben, Fig. 3). Die linealen Narben, beziehentlich die Griffeläste, welche das Narbengewebe tragen, liegen zu dieser Zeit dicht aneinander und sind noch nicht belegungsfähig. Da der Blütengrund reichlichen Honig birgt, so kommen viele Insekten, namentlich Hummeln, angeflogen, welche in den während des Tags weit geöffneten Blumentrichter einfahren und oft in seiner Tiefe völlig verschwinden. Wenn dieser Besuch jungen Blüten, d. h. solchen, welche sich eben geöffnet haben, abgestattet wird, so beladen sich dabei die besuchenden Tiere jedesmal mit

Pollen, welchen sie von der Antherenröhre abstreifen. Ein paar Tage später trennen sich die linealen Narben, spreizen auseinander, krümmen sich im Halbbogen herab und nehmen eine solche Stellung ein, daß die Hummeln, welche sich bei der noch immer nicht versiegten Honigquelle einstellen, notwendig an das belegungsfähige Gewebe anstreifen. Kommen diese Besucher von anderen jüngeren Blüten her, so bringen sie von diesen Pollen mit, belegen mit demselben die Narben und veranlassen eine Kreuzung. Die trichterförmige Blumenkrone ist in eigentümliche Falten gelegt, deren Beschreibung hier zu weitläufig sein würde, von deren Lage aber die Figuren 1 und 2 der Abbildung auf S. 367 ein Bild zu geben im stande sind. Wenn sich die Blüte im Laufe des Vormittags öffnet, so weiten sich die Falten, wenn sie sich bei Sonnenuntergang schließt, so springen die Falten wieder tief gegen den Innenraum des Trichters vor, und es erfolgt gleichzeitig eine Drehung derart, daß die Falten jene Lage bekommen, welche der Querschnitt der Blüte (s. S. 367, Fig. 4) zur Anschauung bringt. Wie an dieser Figur und auch an Figur 5 ersichtlich ist, kommen die einspringenden Falten mit der Außenseite der Antherenröhre in unmittelbare Berührung, legen sich an dieselbe an und übernehmen einen Teil des sehr klebrigen Pollens. Am folgenden Tage öffnet und schließt sich die Blüte neuerdings, auch noch am dritten und vierten Tage. Im Verlaufe dieser Zeit haben sich fast alle Teile der Blüte in die Länge gestreckt, die Träger der Antheren sind um 1 mm, der Stempel ist um 3 mm länger geworden, und die untere Hälfte der Blumenkrone hat sich sogar um 5 mm verlängert. Infolge dieser Verlängerung wurde der von der Antherenröhre auf die Falten der Blumenkrone übergegangene Pollen um 5 mm gehoben und ist so in gleiche Höhe mit den inzwischen spreizend gewordenen Narben gebracht. Wenn jetzt die Blumenkrone sich wieder in Falten legt und mit beginnender Dämmerung zusammenschließt, so wird der an die einspringenden Falten angeklebte Pollen auf das belegungsfähige Gewebe übertragen. Diese Belegung wird noch wesentlich dadurch begünstigt, daß jetzt am Schlusse des Blühens die einspringenden Falten eine etwas andere Form und Lage annehmen (s. S. 367, Fig. 8), der zufolge die mit Pollen beklebten Stellen noch weiter gegen den Mittelpunkt der Blüten vorrücken können. Diese wunderbare die Autogamie erzielende Einrichtung ist, wie schon bemerkt, auch an der auf feuchten Wiesen durch ganz Europa verbreiteten Gentiana Pneumonanthe zu sehen, und bei dieser beträgt die Verlängerung des trichterförmigen Teiles der Blumenkrone in der Zeit vom erstmaligen bis zum letztmaligen Schließen sogar 7 mm.

Bei weitem einfacher als an den genannten Gentianen entwickelt sich dieser Vorgang an den zu den Giftlilien gehörenden Arten der Gattungen Sternbergia und Colchicum. Die Blüte der Sternbergia lutea hat ein aufrechtes, trichterförmiges Perigon mit sechs Blättern, von welchen drei etwas länger, drei etwas kürzer sind. Die sechs aufrechten Pollenblätter, an deren Basis Nektar ausgeschieden wird, sind den Zipfeln des Perigons angewachsen, tragen auswärts gewendete Antheren und ordnen sich in zwei Wirteln um die Griffel, welch letztere als drei lange Fäden in der Mitte der Blüte sich erheben. Die Narben, mit welchen diese Griffel abschließen, stehen zu allen Zeiten höher als die Antheren, und da der Pollen in den Nischen der aufgesprungenen Antheren haftet, kommt er von selbst nicht an die zuständigen Narben. Die Blüten sind proterogyn und im Beginne des Blühens auf Kreuzung mit dem von anderen Blüten durch Insekten herbeigebrachten Pollen angewiesen. Auch dann, wenn sich die auswärts gewendeten Antheren geöffnet haben, streifen die zum Honig einfahrenden Insekten zunächst die Narben und dann erst die tiefer unten stehenden Antheren. Das Perigon ist nur am Tage geöffnet; am Abende schließen seine Zipfel zusammen und zwar so sehr, daß die innere Seite derselben mit dem Pollen der auswärts gewendeten Antheren in Berührung kommt und mit Pollen beklebt wird. Das geschieht schon am ersten Abende, welcher dem Öffnen der Antheren folgt. Der an die Perigonzipfel

angeklebte Pollen wird nun im Laufe der folgenden Tage bis zu den Narben emporgehoben und zwar dadurch, daß sich der untere Teil der Perigonzipfel durch Wachstum streckt und verlängert. Es findet zwar gleichzeitig auch eine Verlängerung der anderen Blütenteile statt, aber diese wird durch das ganz außerordentliche Wachstum der Blätter des Perigons überholt. Die Griffel haben sich um 4, die Träger der Antheren um 9—10, die Perigonzipfel um 18,5 mm verlängert! Wenn jetzt das Perigon sich am Abend schließt, so wird der Pollen von der Innenseite der Perigonzipfel auf die Narben übertragen. Diese Autogamie wird noch durch zwei Umstände wesentlich gefördert, erstens dadurch, daß die freien Enden der Griffel, welche das Narbengewebe tragen, sich gegen den Schluß des Blühens auswärts krümmen, und zweitens dadurch, daß es ganz vorzüglich die drei vor den Narben stehenden Perigonzipfel sind, welche die außerordentliche Verlängerung zeigen.

In den Blüten der Herbstzeitlose (Colchicum autumnale) spielen sich dieselben Vorgänge ab. Wer im Herbste über eine Wiese geht, auf welcher die Blüten der genannten Pflanze in allen Entwickelungsstufen zwischen dem Grase emporragen, der wird unschwer den großen Unterschied in der Länge der Perigonzipfel an jungen und alten Blüten erkennen und kann sich auch leicht von dem oben dargestellten Zusammenhange dieses Unterschiedes mit der Autogamie überzeugen. Bei der Herbstzeitlose wird der Vorgang dadurch etwas verworren, daß bei ihr die Heterostylie (s. S. 301) weit mehr als bei den anderen Giftlilien ins Spiel kommt. Es finden sich nämlich langgriffelige, mittelgriffelige und kurzgriffelige Blüten der Zeitlose, die auf einer und derselben Wiese durcheinander wachsen, und die Verlängerung der Perigonzipfel erfolgt bei diesen dreierlei Formen nichts weniger als gleichmäßig. Zufolge sorgfältiger Messungen an einem halben Tausend Zeitlosenblüten ergab sich folgendes merkwürdige Verhältnis. Es verlängern sich in den langgriffeligen Blüten die drei längeren Perigonzipfel um 9, die drei kürzeren um 12,6 mm, in den kurzgriffeligen Blüten die längeren Perigonzipfel um 10, die kürzeren um 15 mm und in den mittelgriffeligen Blüten die längeren Perigonzipfel um 13,5 und die kürzeren um 18,5 mm. Ich komme auf die Heterostylie ohnedies nochmals zurück, und es wird sich dann Gelegenheit bieten, ihre Bedeutung genauer zu erörtern; hier sei nur das eine erwähnt, daß die Narben der kurzgriffeligen Blüten am Schlusse des Blühens nicht nur mit den an die Perigonzipfel angeklebten Pollen, sondern auch mit den Spitzen der Antheren selbst in Berührung kommen, da bei dieser Form auch die Antherenträger ein entsprechendes Längenwachstum zeigen.

Während bei der Herbstzeitlose und Sternbergie sowie bei den Gentianen aus der Rotte Coelanthe eine Woche vergeht, bis in ihren Blüten Autogamie stattfindet, vollzieht sich derselbe Vorgang bei dem zierlichen, zu den Schwertlilien gehörenden Sisyrinchum binnen wenigen Stunden. Die Blüten zeigen, abgesehen von dem unterständigen Fruchtknoten, einen ähnlichen Aufbau wie die der Giftlilien. Die drei kleinen, blumenblattartigen Narben, welche den Griffel abschließen, überragen die Antheren, deren Träger zu einer Röhre verwachsen sind; die Antheren werden schon zu einer Zeit geöffnet, wenn die Blüte sich noch im Knospenzustande befindet, und da sie auswärts gewendet sind, klebt ein Teil ihres Pollens den anliegenden Perigonblättern an. Insekten können in der offenen beckenförmigen Blüte Kreuzungen veranlassen. Wenn aber der Abend heranrückt und sich die Blüte schließt, so findet Autogamie statt, da sich im Verlaufe weniger Stunden die Blätter des Perigons genau um so viel verlängern, als notwendig ist, um den an ihre Innenseite angeklebten Pollen in die Höhe der Narben zu bringen.

Es wäre hier auch noch jener Korbblütler zu gedenken, bei welchen durch Verlängerung der zungenförmigen Blumenkrone und die dadurch bewirkte Hebung des an dieselbe angeklebten Pollens Autogamie zu stande kommt. An den meisten, ja wahrscheinlich an allen Arten von Crepis, Hieracium, Leontodon und Hypochoeris, in deren Köpfchen

die am Umfange stehenden Zungenblüten bedeutend länger sind als die des Mittelfeldes, kann man deutlich sehen, daß bei Gelegenheit des Zusammenschließens der Blütenköpfchen am Abend die Zungen sich aufrichten und mit ihrer Innenseite dem Pollen anlagern, welcher aus der Antherenröhre der betreffenden Blüte im Laufe des Tages vorgeschoben worden ist. Hier bleibt er angeheftet am folgenden und auch noch am nächstfolgenden Tage, und da während dieser beiden Tage die Zunge noch um ein paar Millimeter in die Länge wächst, so wird dieser Pollen thatsächlich etwas gehoben. Mittlerweile ist aber aus der benachbarten Antherenröhre auch der Griffel herausgewachsen, und seine beiden spreizend gewordenen Äste, welche das belegungsfähige Narbengewebe tragen, stehen nun in gleicher



Autogamie durch Vermittelung der Blumenkrone: 1. Pedicularis incarnata. — 2 Blüte dieser Pflanze, welche für Insekten soeben zugänglich wurde. — 3. Längsschnitt durch diese Blüte. — 4. Dieselbe Blüte auf einer späteren Entwickelungsstufe. — 5. Längsschnitt durch diese Blüte. — 6. Dieselbe Blüte kurz vor dem Welken der Blumenkrone. Die Oberlippe hat sich abwärts gekrümmt, und der aus den gelockerten Antherenschalen fallende mehlige Pollen rieselt durch die röhrenförmige Oberlippe zu der vor der Röhrenmündung stehenden Narbe. — 7. Längsschnitt durch diese Blüte. — Fig. 1 in natürlicher Größe; die anderen Figuren zweifach vergrößert. Vgl. Text, S. 371.

Höhe mit dem an die zungenförmige Blumenkrone angeklebten Pollen. Schließt sich nun das Blütenköpfchen wieder zusammen, so wird der Pollen auf die Narben übertragen und es findet Autogamie statt. Es ist diese Einrichtung an den randständigen Blüten der Köpfchen um so bemerkenswerter, als bei den Blüten des Mittelfeldes in den Köpfchen derselben Pflanzen regelmäßig Geitonogamie beobachtet wird (s. S. 317).

Eine der seltsamsten zur Autogamie führenden Einrichtungen besteht darin, daß durch eigentümliche Krümmungen der Blumenkrone am Ende des Blühens mehliger, aus den Antheren ausfallender Pollen zu den Narben hingeleitet wird. Zur Erläuterung dieser Einrichtung mögen zwei Arten der Gattung Läusekraut (Pedicularis) vorangestellt sein. Zunächst die auf Alpenwiesen häufige **Pedicularis incarnata**, welche dem Leser in der obenstehenden Abbildung vorgeführt ist. Die Blüten dieser Pflanze sind ährenförmig gruppiert, und ihre Entwickelung geht von unten nach oben vor sich (Fig. 1).

Die Blumenkrone ist zweilippig, die Lappen der Unterlippe sind anfänglich aufgebogen (s. Abbildung, S. 370, Fig. 2), später in eine schräge Ebene ausgebreitet (Fig. 4 und 6). Die Oberlippe ist helmförmig gewölbt, und das Ende derselben hat infolge eigentümlicher Einrollung die Gestalt einer Röhre (Fig. 2—7). Die Pollenblätter besitzen die Form von Streuzangen, und die von ihnen getragenen Antheren sind unter der helmförmigen Wölbung der Oberlippe geborgen (Fig. 3, 5 und 7). Der lange Griffel ist entsprechend der Gestalt der Oberlippe winkelig gebogen; sein vorderes Ende ist durch die erwähnte Röhre durchgesteckt, so daß die Narbe vor die Mündung der Röhre und zugleich vor die Einfahrt zum Blütengrunde zu stehen kommt. Hummeln, welche diese Einfahrt benutzen, müssen die Narbe streifen und werden, wenn sie mit Pollen beladen von anderen älteren Blüten herkommen, eine Kreuzung veranlassen. Da die Blüten proterogyn sind, so kann im ersten Zeitabschnitte des Blühens (Fig. 2 und 3) nur die Narbe belegt werden, und die besuchenden Tiere werden keinen Pollen aus der Blüte forttragen können; später wird bei dem Einfahren zwar auch zuerst die Narbe gestreift, aber im nächsten Augenblicke fällt infolge der Verschiebung der Antherenträger mehliger Pollen aus den Antheren der streuzangenförmigen Pollenblätter herab (Fig. 5) und bestäubt den Kopf des einfahrenden Insektes. Es ist zu diesem Zwecke unter der helmförmigen Wölbung der Oberlippe ein Schlitz angebracht (Fig. 4), durch welchen der Pollen herabfallen kann, und dieser Schlitz wird, wenn ein Insekt zwischen Unter- und Oberlippe einfährt, jedesmal etwas erweitert. Der auf den Kopf der Hummel herabfallende Pollen kann selbstverständlich zu anderen Blüten übertragen werden. Bleibt Insektenbesuch aus, so erhält sich der Pollen ziemlich lange ruhend in den Antheren der Streuzangenvorrichtung; im letzten Zeitabschnitte des Blühens aber erschlaffen die Träger der Antheren, weichen auseinander, und der Pollen fällt nun von selbst auf die Ränder des Schlitzes. Da gleichzeitig auch eine starke Winkelbewegung der röhrenförmig verlängerten Oberlippe stattgefunden hat, derzufolge jetzt die röhrenförmige Verlängerung eine senkrechte Lage einnimmt, so kollert der mehlige Pollen nach vorn und abwärts in die Röhre und kommt so zu der Narbe, welche dicht vor der Röhrenmündung steht (Fig. 7). Bisweilen wird die Narbe bei der erwähnten Winkelbewegung in die Röhre hineingezogen und steckt in ihr wie der Pfropfen im Halse einer Flasche, in welchem Falle dann die Autogamie innerhalb der Röhre stattfindet. Die Autogamie nach dem Muster der vorgeführten Pedicularis incarnata kommt mit geringen Abweichungen bei allen Arten vor, deren Oberlippe in einen röhrenförmigen Schnabel vorgezogen ist, und aus deren Reihe insbesondere Pedicularis asplenifolia, Portenschlagii, rostrata und tuberosa untersucht wurden.

Wesentlich anders verhalten sich mehrere Arten dieser Gattung, deren Oberlippe die Form einer Kappe oder eines vorn abgestutzten Helmes besitzt, wie z. B. Pedicularis Oederi, foliosa, comosa und recutita. Als Vorbild für dieselben greife ich die auf den Alpenwiesen in der Umgebung des Brenners in Tirol sehr häufige Pedicularis Oederi heraus. Im Aufbaue der Blüten weicht sie von P. incarnata insofern ab, daß die Narbe vor dem abgestutzten Helme der Oberlippe zu stehen kommt, und daß sich an den beiden Seiten der Blumenkrone eigentümliche rippenartige Vorsprünge zeigen, welche die Krümmung am Schlusse des Blühens gleich einem Hebelwerke vermitteln. Gegen den Schluß des Blühens krümmt sich nämlich die ganze helmförmige Oberlippe so stark herab, daß es den Eindruck macht, es sei die Blüte absichtlich geknickt worden. Der Rücken der Oberlippe, welcher anfänglich als die gerade Verlängerung der Kronenröhre erscheint, bildet jetzt mit der Kronenröhre einen Winkel von 60, ja später sogar von 90 Grad. Dieselbe Bewegung machen natürlich auch der Griffel und die unter der Oberlippe geborgenen streuzangenförmigen Pollenblätter mit. Das hat aber zur Folge, daß jetzt die den Griffel abschließende Narbe nicht mehr vor den Antheren steht, sondern unterhalb derselben zu stehen kommt, und daß

auch die bisher fest zusammenschließenden Antheren auseinander weichen und ihren Pollen fallen lassen. Die Narbe kommt also in die Falllinie des Pollens, und da sie sehr klebrig ist, bleibt ein Teil des abfallenden Pollens immer an ihr hängen. So findet hier die Autogamie statt. Dieselben Veränderungen in der Lage, welche sich am Schlusse des Blühens von selbst einstellen und zur Autogamie führen, können merkwürdigerweise im Beginne des Blühens durch die an die Blüte sich anhängenden Hummeln veranlaßt werden, bedingen aber dann nicht Autogamie, sondern Kreuzung, worüber die Schilderung der Vorgänge an Pedicularis recutita (s. S. 272) nachzulesen ist. Auch mag hier noch die Bemerkung am Platze sein, daß nicht aller am Schlusse des Blühens aus den Antheren ausfallender Pollen zur Autogamie verwendet wird. Hierzu genügen ja einige wenige Pollenzellen, welche der klebrigen Narbe anhaften. Weit mehr Pollenzellen fallen neben der Narbe vorbei in die Luft und können von einer Strömung des Windes erfaßt und als Staubwölkchen fortgetragen werden. Wenn sich in der Richtung der Luftströmung die Narben anderer Blüten von Pedicularis im belegungsfähigen Zustande finden, so werden einzelne Zellen des Staubwölkchens auch an diesen Narben hängen bleiben und es wird auf diese Weise eine Kreuzung zu stande kommen, ähnlich jener an den Blüten der Schuppenwurz, welche auf S. 328 geschildert wurde.

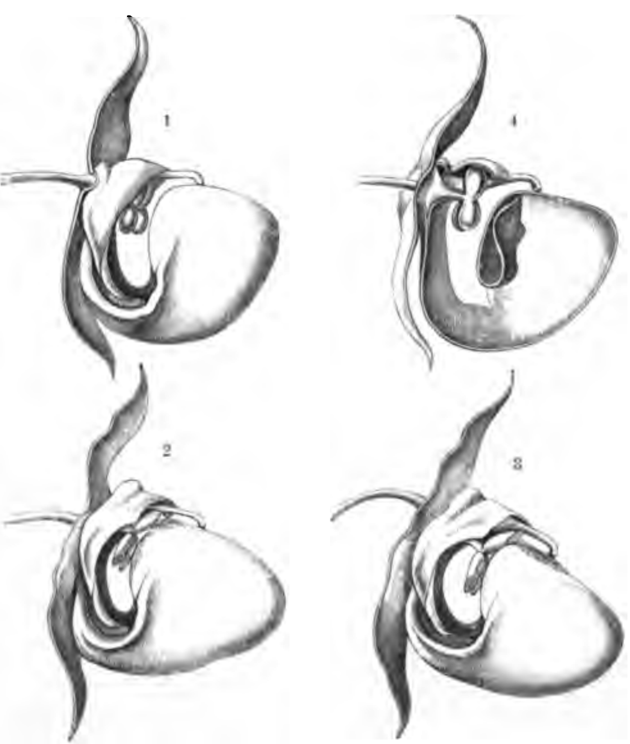
Von den mit der Gattung Pedicularis zunächst verwandten Rhinanthaceen zeigen noch einige Arten des Wachtelweizens, für welche Melampyrum silvaticum als Vorbild gelten kann, die oben beschriebene Einrichtung, nur krümmt sich bei dieser Pflanze die Röhre der Blumenkrone schon 2 mm über der Basis in einen knieförmigen Winkel herab, während der davorstehende, aus Ober= und Unterlippe gebildete Saum keine Knickung oder Krümmung erfährt. Der Erfolg ist übrigens derselbe wie bei den erwähnten Arten der Gattung Pedicularis, insofern nämlich, als durch die knieförmige Biegung der Kronenröhre auch bei Melampyrum silvaticum der Pollen aus den Antheren der streuzangenförmigen Pollenblätter auf die darunter gestellte Narbe fällt.

An diesen Vorgang, bei welchem durch Krümmung der Blumenkrone ein Verschieben der streuzangenförmigen Pollenblätter und ein Ausfallen des mehligen Pollens aus den Antheren auf die Narbe erfolgt, schließt sich noch ein anderer an, bei dem **durch die Krümmung der Blumenkrone am Ende des Blühens die mit haftendem Pollen bedeckten Antheren mit der zuständigen Narbe in Berührung gebracht werden.** Wer den Blütenstand der windenden Arten des Geißblattes (Lonicera Caprifolium, Etrusca, Periclymenum) aufmerksam betrachtet, dem kann nicht entgehen, daß die Kronenröhre der dem Aufspringen nahen Blütenknospen schief aufwärts gerichtet ist, daß sie sich in der eben geöffneten Blüte wagerecht einstellt und sich kurz vor dem Verwelken abwärts krümmt. Der Winkel, um welchen die Achse der Blüte im Verhältnisse zu dem blütentragenden Stengel verrückt wird, beträgt 45—90 Grad; an wagerecht abstehenden Stengeln ist er kleiner, an aufrechten Stengeln größer, immer ist aber dafür gesorgt, daß die offene Blumenkrone bei beginnender Dämmerung für die anfliegenden Abendschmetterlinge so bequem wie möglich eingestellt ist. In den Blüten, welche den Besuch der Abendschmetterlinge erwarten, nimmt die Narbe eine Lage ein, derzufolge sie mit dem haftenden Pollen der zuständigen Antheren von selbst nicht belegt werden kann. Schwärmer, welche ihren langen Rüssel in den honigreichen Blütengrund einsenken, berühren zuerst die Narbe und dann erst die Antheren und werden bei dem Besuche mehrerer Blüten wie in so vielen anderen Fällen Kreuzungen herbeiführen. Kommen aber keine Abendschmetterlinge zu den Blüten, so erfolgt jedesmal Autogamie und zwar durch die schon erwähnte Krümmung der Kronenröhre. Die Pollenblätter sind der Kronenröhre angewachsen, machen die Krümmung derselben mit, und dadurch kommen die noch mit Pollen bedeckten Antheren mit der Narbe, welche in der wagerecht eingestellten Blüte etwas vor und unterhalb der Antheren stand, in unmittelbare Berührung.

Die zuletzt besprochenen Pflanzen bilden in betreff der sich bei ihnen vollziehenden Autogamie den Übergang zu einer umfangreichen Gruppe von Gewächsen, bei welchen im Beginne des Blühens wegen der gegenseitigen Stellung der Antheren und Narben eine Autogamie verhindert ist, wo aber gegen das Ende des Blühens durch Änderungen der Lage und Richtung der Blütenstiele die Narben mit dem Pollen der zuständigen Antheren in Verbindung kommen. Diese Veränderung in der Lage der Blütenstiele ist gewöhnlich mit einer der vielen anderen Einrichtungen, welche im Vorhergehenden geschildert wurden, verbunden. So z. B. krümmen und verlängern sich die Griffel oder die Träger der Antheren, es werden durch die sich verlängernden Blumenkronen die Pollenblätter oder es wird der an die Blumenblätter angeklebte Pollen vorgeschoben und dergleichen; und doch könnten diese Vorgänge für sich allein bei den nachfolgend zu besprechenden Pflanzen nicht zur Autogamie führen, wenn nicht auch die Blütenstiele eingreifen und mithelfen würden. Um es kurz zu sagen, die Narben und die Antheren werden für den Fall, daß nicht schon eine Kreuzung erfolgt ist, durch das Strecken und Krümmen der Blütenstiele schließlich so eingestellt, daß die Autogamie unvermeidlich wird. Wer erwägt, daß die Änderungen in der Lage und Richtung der Blütenstiele und das dadurch bedingte Nickendwerden oder Aufrichten der Blüten auch sonst noch eine wichtige Rolle im Leben der Pflanzen spielt, daß insbesondere der Schutz des Pollens gegen Nässe sowie die passendste Einstellung des Blüteneinganges für die als Besucher willkommenen Tiere oft genug durch diese unscheinbaren Streckungen und Krümmungen veranlaßt werden, der kann nicht überrascht sein, wenn er erfährt, daß gerade diese Einrichtung eine der allerhäufigsten ist. Es werden eben zugleich oder kurz nacheinander mehrere Vorteile erreicht, und dergleichen Einrichtungen, welche der Ökonomie der Pflanzen am besten entsprechen, sind erfahrungsgemäß immer die am meisten verbreiteten.

Zunächst wäre hier jener Blüten zu gedenken, in welchen die Narbe zu Anfang des Blühens außerhalb der Falllinie des Pollens der zuständigen Antheren liegt, weil diese Lage im Hinblicke auf die Kreuzung von Vorteil ist, wo aber später die ganze Blüte infolge der Streckungen oder Krümmungen des Stieles eine andere Lage erhält, während die Richtung und Stellung der Pollenblätter, Griffel und Narben gleichgeblieben ist. Bei mehreren Narzissen, wie z. B. dem zierlichen Narcissus juncifolius, ebenso bei einigen Asperifolieen, beispielsweise dem gewöhnlichen Waldvergißmeinnicht (Myosotis silvatica), sind anfänglich die Blüten mit ihrer Eingangspforte seitlich gerichtet; die Narbe steht hinter den Antheren, und der aus den Antheren ausfallende Pollen gelangt, solange die Blumenröhre wagerecht eingestellt ist, nicht zu den Narben. Nun aber streckt sich der bisher gekrümmte Ast des Blütenstandes, welcher die Blumenröhre in wagerechter Stellung erhalten hatte, gerade; die Blumenröhre wird dadurch aufgerichtet, nimmt nachgerade eine lotrechte Stellung ein, und die Narbe kommt dadurch in die Falllinie des aus den schrumpfenden Antheren sich ablösenden Pollens. In den bei weitem häufigeren Fällen, wo die Narbe im Beginne des Blühens die Antheren überragt, krümmt sich der Blütenstiel später abwärts, versetzt dadurch die Blüten in eine nickende oder hängende Stellung und bringt so die Narbe in die Falllinie des Pollens. Dies ist der Fall bei Tulipa silvestris, Polemonium coeruleum, Saxifraga hieracifolia, Chrysosplenium alternifolium, Rhododendron Chamaecistus, Vaccinium, Arctostaphyllos, Cerinthe, Symphitum und Cyclamen. An den Arten der zuletzt genannten Gattung, welche gegenwärtig als Zierpflanzen so beliebt sind und auch als Topfpflanzen vielfach gezogen werden, läßt sich der Vorgang besonders deutlich verfolgen. Am ersten Tage, nachdem sich die Blüte geöffnet und die Blumenblätter zurückgeschlagen haben, erscheint der vom Boden sich erhebende Blütenstiel an seinem Ende nahezu rechtwinkelig umgebogen. Das umgebogene

kurze Stück des Stieles ist gegen den Horizont unter einem Winkel von 50—60 Grad geneigt. Der Unterschied in der Größe dieses Winkels rührt davon her, daß der längere untere Teil des Blütenstieles gewöhnlich schief vom Boden aufragt und nur in seltenen Fällen lotrecht gestellt ist. Nun kann man sehen, wie sich der Neigungswinkel von Tag zu Tag um ungefähr 10 Grad verkleinert, so daß am Ende des Blühens das herabgebogene kurze Endstück und das aufrechte lange Stück des Blütenstieles fast parallel liegen und daß jetzt der Stiel hakenförmig gekrümmt ist. Da in der geraden Verlängerung von dem kurzen Stücke des Blütenstieles der Griffel der Blüte liegt und dieser sowohl über die Röhre der Blumenkrone als auch über den Antherenkegel vorragt, so kann in der ersten Zeit des Blühens bei einer Neigung des Griffels von 50—60 Grad gegen den Horizont eine Autogamie nicht stattfinden. Insekten, welche zu dieser Zeit die Blüte besuchen, werden zuerst die Narbe am Ende des vorstehenden Griffels streifen und können Kreuzungen veranlassen; aber selbst für den Fall, daß bei Gelegenheit eines Insektenbesuches aus den verschobenen Antheren des Streukegels etwas mehliger Pollen in die Tiefe fallen sollte, so gelangt dieser nicht auf die Narbe, welche noch außerhalb der Falllinie des Pollens liegt. Gegen das Ende des Blühens dagegen wird infolge der oben beschriebenen Krümmung des Blütenstieles die Narbe in die Falllinie des Pollens gestellt, die Träger der bisher fest zusammenschließenden Antheren erschlaffen, die Antheren weichen etwas auseinander, der in dem Streukegel noch enthaltene Pollen rieselt in die Tiefe und bestäubt die noch immer belegungsfähige Narbe.



Autogamie, veranlaßt durch Krümmung des Blütenstieles, Bildung einer schiefen Ebene an der dem Pollen zur Ablagerungsstätte dienenden Unterlippe und Hinabgleiten des Pollens über diese schiefe Ebene zur Narbe: Calceolaria Pavonii; 1, 2, 3. Seitliche Ansicht der Blüte in den drei aufeinander folgenden zur Autogamie führenden Zuständen. — 4. Längsschnitt durch eine im ersten Entwickelungsstadium befindliche Blüte. — Sämtliche Figuren etwas vergrößert. Vgl. Text, S. 375.

Ein seltsamer Fall der Autogamie, dessen Besprechung hier den passendsten Platz findet, wird an der südamerikanischen Calceolaria Pavonii (s. obenstehende Abbildung) beobachtet. Die Blüten dieser Pflanze sind proterogyn. Im Anbeginne des Blühens werden sie von geraden, nahezu wagerecht abstehenden Stielen getragen. Die noch geschlossenen Antheren sind unter der abgestutzten kurzen Oberlippe geborgen; die Narbe, welche bereits belegungsfähig ist, bildet den Abschluß eines gerade vorgestreckten, nahe seinem Ende hakenförmig gekrümmten Griffels und liegt der ausgehöhlten Unterlippe auf, wie es durch die Fig. 1 und 2 zur Anschauung gebracht ist. Der mittlere Zipfel der Unterlippe, welcher in die Höhlung eingeschlagen ist, erscheint schalenförmig vertieft und sondert Honig ab. Kurzrüsselige Hautflügler, welche diesen Honig gewinnen wollen, benutzen die obere Wand der von der

Unterlippe gebildeten Höhle als Anflugsplatz. In dem Augenblicke, als sie sich dort niederlassen, senkt sich die Unterlippe ähnlich wie bei dem Löwenmaule abwärts, welche Bewegung durch kräftige Rippen an den beiden Seiten der Blumenkrone geregelt wird. Durch diese Bewegung wird nicht nur der Rachen der Blüte weit aufgesperrt, sondern auch der honigabsondernde, bisher in der Höhlung geborgene Lappen hervorgekehrt, und der Hautflügler, welcher die Bewegung veranlaßte, kann jetzt mit Leichtigkeit den Honig lecken. Bei dieser Gelegenheit streift das Insekt aber mit dem Rücken auch an die Narbe, und wenn dasselbe aus einer älteren Blüte Pollen mitgebracht hat, wird die Narbe mit dem fremden Pollen belegt, beziehentlich gekreuzt. So verhält es sich im Beginne des Blühens. Am nächsten oder zweitnächsten Tage öffnen sich die Antheren, indem am Scheitel eines jeden Pollenbehälters ein verhältnismäßig großes Loch ausgebildet wird. Das Konnektiv steht mit dem Antherenträger in einer gelenkartigen Verbindung, so zwar, daß die Antheren beim Anstoßen in eine schaukelnde Bewegung versetzt werden und mehligen Pollen ausfallen lassen. Wenn jetzt ein größerer Hautflügler auf die Blüte angeflogen kommt, um Honig zu gewinnen, so muß er an die Antheren anstoßen und sich mit dem ausfallenden Pollen bestreuen lassen, um so mehr, als sich die Antherenträger mittlerweile so weit verlängert haben, daß die oberen Pollenbehälter auf die oberste Wölbung der Unterlippe zu liegen kommen. Wenn die Blüte von Insekten unbesucht bleibt, so fällt ein Teil des mehligen Pollens von selbst auf diese Wölbung (s. Abbildung, S. 374, Fig. 3). Bald darauf krümmt sich der Stiel der Blüte bogenförmig abwärts, die obere Wand der ausgehöhlten Unterlippe oder, besser gesagt, die Decke der Höhlung, welche auf dem höchsten Punkte den ausgefallenen Pollen trägt, und die als Anflugsplatz für die Insekten hätte dienen sollen, erhält dadurch eine abschüssige Lage, der Pollen gleitet über die schiefe Ebene hinab und kommt auf diese Weise zu der Narbe, welche noch immer belegungsfähig ist (s. Abbildung, S. 374, Fig. 4).

Ebenso häufig wie in Einzelheiten mannigfaltig kommt die **Autogamie durch das Zusammenwirken und Ineinandergreifen von Bewegungen und Krümmungen der Blütenstiele mit solchen der Pollenblätter und Griffel** zu stande. Der nickende Milchstern (Ornithogalum nutans) hat zwar seinen Namen im Hinblicke auf das Nicken seiner Blüten erhalten, aber diese Lage nehmen die Blüten eigentlich erst ganz zuletzt an; im Knospenzustande sind sie aufrecht, und auch dann, wenn die Perigonblätter sich bereits weit ausgebreitet haben, stehen die Stiele noch wagerecht von der Spindel der Blütentraube ab und die Weitung der Blüten ist nach der Seite gerichtet. Die Blüten sind proterandrisch. Gleichzeitig mit dem Auseinandergehen der Perigonblätter springen die Antheren der drei vor den honigabsondernden Grübchen des Fruchtknotens stehenden Pollenblätter auf, und diese Antheren sind so eingestellt, daß sie von den zum Honig einfahrenden Insekten unvermeidlich gestreift werden müssen. Die Narbe ist zu dieser Zeit noch nicht belegungsfähig. Etwas später, wenn das Narbengewebe die Fähigkeit erlangt hat, Pollen festzuhalten, rücken die Pollenblätter von der Mitte gegen den Umfang der Blüte, gehen den einfahrenden Insekten sozusagen aus dem Wege, und jetzt ist die Möglichkeit gegeben, daß durch die Insekten, welche von anderen jüngeren Blüten mit Pollen beladen ankommen, eine Kreuzung eingeleitet werde. Im dritten Stadium des Blühens neigt und krümmt sich der Stiel abwärts, so daß die Blüte jetzt wirklich nickend erscheint. Die Pollenblätter sind wieder gegen die Mitte der Blüte gerückt, und die Narbe steht nun dicht unterhalb einer der Antheren, welche von den kürzeren Pollenblättern getragen werden. In diesen Antheren ist noch immer Pollen vorhanden, da sie erst im zweiten Blütenstadium aufgesprungen sind und von Insekten nicht gestreift werden konnten. Dieser Pollen fällt nun bei dem allmählichen Schrumpfen der Antheren auf die benachbarte Narbe, und so erfolgt noch kurz vor dem Ende des Blühens Autogamie.

Als besonders lehrreiche Beispiele sind an dieser Stelle auch die Zwitterblüten der Rosifloreen: Dryas octopetala, Geum coccineum, montanum und reptans, Potentilla atrosanguinea und repens, Waldsteinia geoides, dann der Ranunkulaceen: Adonis vernalis, Anemone alpina und baldensis anzuführen. Die Blüten aller dieser Pflanzen sind proterogyn und zeichnen sich dadurch aus, daß die zahlreichen Stempel, welche in der Mitte der Blüte gehäuft beisammenstehen, von ebenso zahlreichen, in mehreren Wirteln geordneten Pollenblättern wie von einem Kranze umgeben sind. Bei den genannten Rosifloreen sind diese Pollenblätter in der Knospe eingeschlagen und strecken sich erst dann gerade, wenn die Antheren nahe daran sind, sich zu öffnen und ihren Pollen auszubieten. Zuerst öffnen sich die Antheren, welche dem äußersten Wirtel der Pollenblätter angehören und von den Narben des in der Mitte stehenden Fruchtknotenköpfchens am weitesten entfernt sind. Bei dieser gegenseitigen Lage und insbesondere dann, wenn die Blüte aufrecht steht, ist die Autogamie ausgeschlossen; dagegen können Insekten, welche zunächst auf die Narben in der Mitte der Blüte anfliegen, von da nach außen fortschreiten, um Pollen zu sammeln und Honig zu lecken, vom Rande der Blüte wieder abfliegen und weiterhin andere Blüten in derselben Weise besuchen und ausbeuten, eine Kreuzung einleiten. Allmählich kommen nun auch die Pollenblätter des innersten Wirtels zur Entwickelung; sie strecken sich gerade, verlängern sich, und ihre den Pollen ausbietenden Antheren kommen in die gleiche Höhe mit den Narben der im Mittelfelde stehenden Stempel. Die Belegung eines Teiles dieser Narben ist jetzt unvermeidlich und erfolgt um so sicherer, als sich jene Griffel, welche den äußeren Stempeln angehören, auswärts neigen und auswärts krümmen, wodurch ihre Narben mit dem ausgebotenen Pollen in unmittelbare Berührung kommen. Aber die Narben in der Mitte des Fruchtknotenköpfchens könnten bei ausbleibendem Insektenbesuche leer ausgehen. Damit das nicht geschieht, krümmen sich die Blütenstiele in sanften Bogen so weit nach der Seite, daß die zuletzt erwähnten Narben in die Falllinie des Pollens kommen und am Schlusse des Blühens noch belegt werden. Die neben den Rosifloreen noch erwähnten Ranunkulaceen weichen nur in geringfügigen Dingen in betreff dieser Vorgänge ab. Bei Adonis vernalis kann ein Auswärtskrümmen der Griffel wegen ihrer Kürze nicht stattfinden, dagegen krümmen sich bei dieser Pflanze die an das Fruchtknotenköpfchen zunächst angrenzenden Pollenblätter bogenförmig einwärts und lagern ihren Pollen auf die nächsten Narben ab. Bei Anemone alpina öffnen sich zuerst die Antheren, welche von dem innersten Wirtel der Pollenblätter getragen werden, und die Entwickelung schreitet von da nach außen vor. Da aber die Griffel zu Anfang des Blühens ein dicht gedrängtes Büschel bilden, kommt es zunächst nicht zur Autogamie; erst später krümmen und drehen sich die Griffel so, daß die Narben teilweise die Antheren berühren, und wenn dann noch infolge der Krümmung des Blütenstieles die Blüte nickend wird, kommt auch der noch nicht belegte Teil der Narben in die Falllinie des Pollens. Durch ein merkwürdiges Zusammenwirken der Antherenträger und Blütenstiele kommt bei der in unseren Fichtenwäldern heimischen Pirola uniflora am Ende des Blühens Autogamie zu stande. Die dem Aufblühen nahen Knospen (s. Abbildung, S. 377, Fig. 1) sowie die jungen Blüten, deren Blumenblätter sich eben ausgebreitet haben (s. Abbildung, S. 377, Fig. 2 und 3), befinden sich an Stielen, die einen halben Kreisbogen beschreiben, und erscheinen gewissermaßen umgestürzt und aufgehängt. Der Griffel in diesen Blüten ist lotrecht gestellt und seine Narbe abwärts gerichtet. Die Antherenträger sind S-förmig gekrümmt und zwar so, daß die beiden Löcher der streubüchsenförmigen Antheren nach oben sehen und der in denselben geborgene Pollen von selbst nicht ausfallen, am allerwenigsten auf die Narbe gelangen kann. Von Insekten, welche von untenher anfliegen, wird in solchen Blüten zuerst die Narbe gestreift, und daraufhin werden die Antheren durch Anstoßen zum Umkippen gebracht. Der aus den Löchern ausfallende Pollen bestäubt die

anstoßenden Tiere, und wenn diese weiterfliegen und eine andere Blüte der Pirola uniflora aufsuchen, so werden sie den mitgebrachten Pollen an die klebrige Narbe anheften und Kreuzung verursachen. Im Verlaufe des Blühens vollziehen sich nun zwei wenig auffallende, aber für das Zustandekommen der Autogamie äußerst wichtige Veränderungen. Der Bogen, welchen der Blütenstiel beschreibt, entspricht am Schlusse des Blühens nicht mehr einem Halbkreise, und es ist demzufolge die Blüte auch nicht mehr hängend, sondern nur nickend; der Griffel ist nicht mehr senkrecht, sondern schräg nach abwärts gerichtet, und die von ihm getragene Narbe kommt dadurch unter einen Teil der Antheren zu stehen. Die

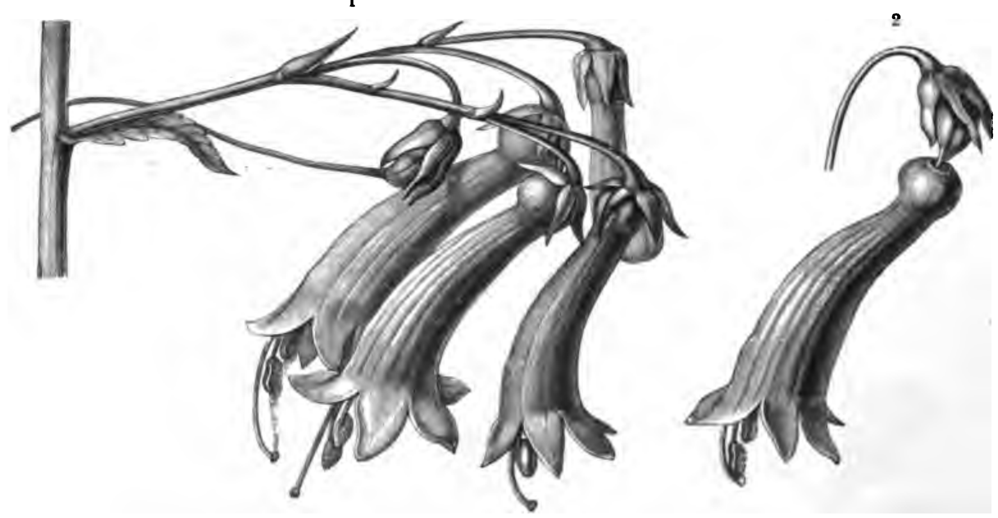


Autogamie veranlaßt durch Zusammenwirken der Krümmung des Blütenstieles und der Antherenträger: Pirola uniflora; 1. Längsschnitt durch eine dem Aufspringen nahe Blütenknospe. — 2. Die ganze Pflanze, ihre Blüte im ersten Entwickelungsstadium. — 3. Blüte im ersten Entwickelungsstadium; etwas vergrößert; die vorderen Blumenblätter weggeschnitten. — 4. Die ganze Pflanze; ihre Blüte im letzten Entwickelungsstadium. — 5. Blüte im letzten Entwickelungsstadium; etwas vergrößert; Längsschnitt. Vgl. Text, S. 376.

Antherenträger erscheinen zwar auch jetzt S-förmig gekrümmt, aber in entgegengesetzter Richtung als im Anbeginne des Blühens; die Antheren sind dadurch in eine umgekehrte Lage gebracht und ihre Löcher abwärts gerichtet. Die schwächste Erschütterung des schlanken Stengels durch leichte Luftströmungen genügt, um jetzt ein Ausfallen des Pollens zu veranlassen, und dabei kann es nicht fehlen, daß die klebrige Narbe mit einem Teile des ausfallenden Pollens belegt wird (s. obenstehende Abbildung, Fig. 4 und 5).

An Phygelius capensis, einer zu den Skrofularineen gehörenden Pflanze des Kaplandes, welche ihrer dunkelscharlachroten Blumen wegen auch in Ziergärten mitunter gepflanzt wird, stehen die Äste des Blütenstandes und die Blütenstiele nahezu wagerecht von dem steif aufrechten Stengel ab (s. Abbildung, S. 378, Fig. 1). Die Blütenstiele sind an ihrem verdickten Ende hakenförmig gekrümmt und so wie die jungen geöffneten Blüten fast rechtwinkelig abwärts gekrümmt, wodurch der ganze Blütenstand ein recht seltsames Aussehen

erhält. Die Blüten sind proterogyn, und es kann am ersten Tage, nachdem sie sich geöffnet haben, nur Pollen aus anderen älteren Blüten auf die Narbe gebracht werden. Der Griffel ist anfänglich so gekrümmt, daß die belegungsfähige Narbe vor die Einfahrt zu dem honigreichen Blütengrunde gestellt erscheint und von den honigsaugenden Tieren gestreift werden muß. Am darauf folgenden Tage streckt sich der Griffel gerade und die Narbe kommt dadurch abseits von der Zufahrtslinie zum Honig; dagegen haben sich nun die Antheren geöffnet, und ihre mit Pollen bedeckte Seite ist so an die Einfahrt zum Blütengrunde hingestellt, daß besuchende Tiere unvermeidlich den Pollen abstreifen müssen. Am dritten Tage krümmt sich dagegen der Griffel neuerdings und nimmt dieselbe Lage an, welche er am ersten Tage innehatte. Zugleich krümmt sich auch der Blütenstiel, wodurch die röhrenförmige Blumenkrone der Hauptachse des Blütenstandes genähert wird. Dieses Zusammenwirken der Krüm-

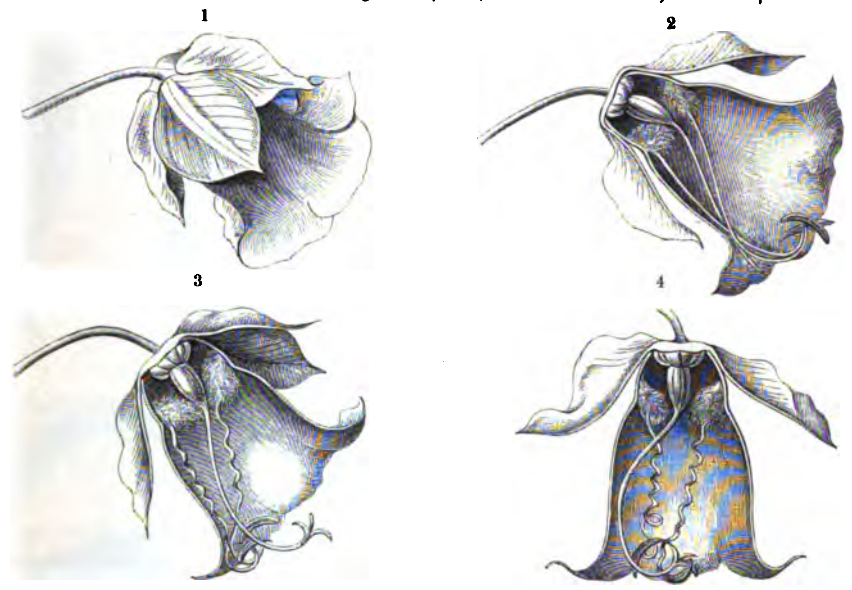


Autogamie infolge der Krümmung des Blütenstieles und bei Gelegenheit des Abfallens der Blumenkrone: Phygelius capensis; 1. Ausschnitt aus dem Blütenstande; die von einem wagerechten Äste des Blütenstandes getragenen Blüten (von rechts nach links) in den aufeinander folgenden zur Autogamie führenden Entwickelungszuständen. — 2. Einzelne Blüte in dem Augenblicke, in welchem die Blumenkrone sich ablöst und die mit Pollen bedeckten Antheren an die Narben streifen. Vgl. Text, S. 377.

mungen hat aber zur Folge, daß die klebrige Narbe unter die schrumpfenden Antheren gestellt und mit den teilweise ausfallenden krümeligen Pollen belegt wird. Sollte der Pollen dennoch sein Ziel nicht erreichen, so kommt die Autogamie noch bei dem Abfallen der Blumenkrone zu stande. Es ist nämlich unvermeidlich, daß die Narbe, welche durch die abfallende Blüte gewissermaßen durchgeschleift wird, die Antheren berührt und die letzten Reste des dort etwa noch haftenden Pollens aufnimmt (s. obenstehende Abbildung, Fig. 2).

Zu wiederholten Malen wurde in früheren Kapiteln der prächtigen kletternden Cobaea scandens gedacht, einer Polemoniacee, deren Heimatland das tropische Amerika ist, die aber als einjährige Pflanze auch in den Gärten des mittleren und südlichen Europa vortrefflich gedeiht, zur Überkleidung von Spalieren und Geländern in Gärten häufig Verwendung findet und im Hochsommer ihre trübvioletten glockenförmigen Blüten (s. Abbildung, S. 379, Fig. 1) entfaltet. Die Antheren, welche von langen, an ihrer Basis zottig behaarten Fäden getragen werden, sind im Anbeginne des Blühens so an die Pforte der Blüte gestellt, daß sie von den zum honigreichen Blütengrunde einfahrenden Tieren unvermeidlich gestreift werden müssen. Der Griffel ist zu dieser Zeit noch kurz, sein freies Ende unter den Antheren versteckt, und die drei das Narbengewebe tragenden Äste desselben liegen noch dicht

aneinander (s. untenstehende Abbildung, Fig. 2). Etwas später findet ein Platzwechsel der Antheren und Narben statt; die Antheren, deren Träger sich inzwischen verlängert und lockenförmig gedreht haben, liegen jetzt tiefer als die drei das Narbengewebe tragenden Griffeläste, welche jetzt auseinander spreizen und sich so vor die Blütenpforte stellen, daß die von anderen jüngeren Blüten herbeikommenden Tiere den mitgebrachten Pollen an ihnen abstreifen und eine Kreuzung veranlassen müssen (s. untenstehende Abbildung, Fig. 3). Wenn die honigsuchenden Tiere ausbleiben und eine Kreuzung nicht zu stande kommt, so erfahren die Stiele der Blüten eine Krümmung um einen Winkel von ungefähr 45 Grad, und die bisher nickende Blüte wird dadurch hängend. Gleichzeitig krümmt sich der Griffel und es rücken die Schraubenumgänge der lockenförmig gedrehten Antherenträger etwas zusammen. Das Ergebnis aller dieser Veränderungen ist, daß die immer noch etwas Pollen enthalten-



Autogamie infolge der Krümmung des Blütenstieles und der schraubigen Drehung der Antherenträger: Cobaea scandens; 1. Seitliche Ansicht einer kürzlich geöffneten Blüte. — 2, 3, 4. Blüten in den drei aufeinander folgenden zur Autogamie führenden Zuständen; Längsschnitte. Sämtliche Figuren etwas verkleinert. Vgl. Text, S. 378.

den Antheren mit dem immer noch belegungsfähigen Narbengewebe in unmittelbare Berührung kommen und eine Autogamie stattfindet (s. obenstehende Abbildung, Fig. 4).

Als Vorbild für Gewächse, in deren Blüten die Autogamie durch Zusammenwirken der Krümmung des Blütenstieles mit der Neigung des Griffels gegen die Ablagerungsstätte des Pollens erfolgt, mag hier der Zwerglauch (Allium Chamaemoly; s. Abbildung, S. 380, Fig. 1) hingestellt sein. Die kleinen weißen, nur wenig über die Erde vorgeschobenen Blüten sind mit ihrer Weitung anfänglich aufwärts gerichtet und zwischen den langen bandförmigen grünen Laubblättern halb versteckt. Trotzdem werden die Blüten dieser Pflanze von kleinen Insekten fleißig besucht und findet der an den Seiten des Fruchtknotens in kleinen Grübchen ausgeschiedene Honig reichlichen Zuspruch. Im ersten Stadium des Blühens ist nur Kreuzung möglich; die Narbe steht in der Mitte der Blütenpforte, und ihr Gewebe ist bereits befähigt Pollen aufzunehmen, während die Antheren noch geschlossen und der Wand des Perigons angedrückt sind (s. Abbildung, S. 380, Fig. 2). Später neigen sich sämtliche Antherenträger gegen die Mitte der Blüte, die Antheren springen auf, bedecken sich ringsum mit Pollen und bilden zusammen einen gelben Knopf, welcher in die Mitte des Blüteneinganges gestellt ist, so daß einfahrende Insekten den Pollen abzustreifen und aufzuladen

gezwungen sind. Die Narbe ist jetzt hinter den Antheren versteckt (s. untenstehende Abbildung, Fig. 3) und wird von den Insekten nicht berührt. Wenn aus was immer für einem Grunde keine Insekten zu den Blüten kamen, so erfolgt im dritten Stadium des Blühens Autogamie. Der Blütenstiel krümmt sich im Halbbogen abwärts und drückt die Blüte auf die Erde. Infolge dieses Druckes werden die zarten weißen Blumenblätter und die fadenförmigen Pollenblätter verschoben; ein Teil des Pollens fällt dabei aus den Antheren auf die unteren, der Erde aufliegenden Blumenblätter; der Griffel neigt sich unbedeutend seit-



Autogamie durch das Zusammenwirken der Krümmung des Blütenstieles und der Neigung des Griffels zur Ablagerungsstätte des Pollens: Allium Chamaemoly; 1. Der über der Erde sichtbare Teil der Pflanze in natürlicher Größe; — 2, 3, 4. einzelne Blüten, von welchen die vorderen Blumenblätter weggeschnitten wurden; etwas vergrößert; in den aufeinander folgenden zur Autogamie führenden Zuständen. Vgl. Text, S. 379.

wärts, beziehentlich abwärts, und der Erfolg dieser Lageänderungen besteht jedesmal darin, daß die Narbe entweder mit dem abgefallenen, auf dem unteren Blumenblatte liegenden Pollen oder mit dem noch an den Antheren haftenden Pollen des einen oder anderen Pollenblattes in Berührung kommt und belegt wird (s. obenstehende Abbildung, Fig. 4).

Aus der Reihe jener Gewächse, bei welchen die Autogamie durch das Zusammenwirken der sich krümmenden Blütenstiele und der sich krümmenden oder faltenden Blumenbätter zu stande kommt, sollen hier insbesondere zwei Formen, nämlich die Veilchen aus der Rotte Melanium und die stengellosen Gentianen, hervorgehoben werden. Wie bei den Veilchen der Pollen durch Vermittelung der Insekten an die Narbe gelangt, wurde bereits S. 279 angegeben und durch die Abbildung auf S. 279, Fig. 1—3

erläutert. Der an dem schmalen vorspringenden Lappen der kopfförmigen Narbe von Insekten abgeladene Pollen stammt natürlich von anderen Blüten her, und die Belegung der Narbe mit solchen fremden Pollen ist entweder eine zweiartige oder einartige Kreuzung. In der ersten Zeit des Blühens ist überhaupt bei den Veilchen Autogamie kaum möglich. Wenn der eingeführte Rüssel des besuchenden Insektes fast in demselben Augenblicke, in welchem er die vordere Seite des vorspringenden Narbenlappens mit fremden Pollen belegt, mit Pollen aus den verschobenen Antherenkegel der besuchten Blüte behaftet wird, so kann dieser Pollen bei dem Zurückziehen des Rüssels teilweise vielleicht an die hintere Seite des Narbenlappens, aber nicht auf das belegungsfähige Gewebe der Narbe gelangen. Auch jener Teil des ausgefallenen Pollens, welcher nicht durch das besuchende Insekt entführt wird, sondern unter dem Antherenkegel in der Rinne des gespornten Blumenblattes liegen bleibt, kommt im ersten Stadium des Blühens nicht zu dem Narbengewebe, weil die Rinne durch den vorspringenden Lappen wie durch eine Fallthür nach außen zu abgesperrt ist. Gegen den Schluß des Blühens verhält sich die Sache aber wesentlich anders. Bei den Veilchen der Rotte Melanium, für welche das Ackerveilchen (Viola arvensis) als die am weitesten verbreitete Art zum Vorbilde gewählt sein mag, lockert sich allmählich der Antherenkegel von selbst, der mehlige Pollen fällt aus und erfüllt den hinteren Teil der Rinne des gespornten Blumenblattes. Gleichzeitig krümmt sich auch die Platte dieses Blumenblattes, was zur Folge hat, daß die Rinne von dem Narbenlappen nicht mehr abgeschlossen ist und nun der Pollen unbehindert gegen die Pforte der Blüte gelangen könnte. Es handelt sich jetzt nur noch um eine Anregung zu dieser Bewegung des Pollens, und diese wird durch die Krümmung des Blütenstieles gegeben. Ohnehin erfährt bei dem Ackerveilchen, dem Stiefmütterchen und den anderen in die Rotte Melanium gehörenden Arten der Blütenstiel in hellen Nächten eine starke Krümmung (s. Band I, S. 495), aber diese hat zur Zeit der vollen Blüte für die Autogamie keine Bedeutung. Am Schlusse des Blühens aber hat sie zur Folge, daß der mehlige Pollen in der Rinne des unteren Blumenblattes weiter und weiter hinabgleitet und endlich das belegungsfähige Narbengewebe erreicht.

Eine merkwürdige Ähnlichkeit hat dieser Vorgang mit jenem, welcher bei den von den beschreibenden Botanikern als „stengellos" bezeichneten Gentianen (Gentiana acaulis, angustifolia, Clusii; s. Abbildung, S. 382) beobachtet wird. Die Blüten dieser Gentianen gehören in die Abteilung der Revolverblüten. Dadurch, daß im unteren Teile der trichterförmigen Blüte die Antherenträger mit der Blumenkrone verwachsen sind und als fünf kräftige Leisten gegen den wie eine Mittelsäule sich erhebenden Fruchtknoten vorspringen, entstehen ebenso viele röhrenförmige Zugänge zu dem in der Tiefe reichlich ausgeschiedenen Honig. Die Antheren befinden sich etwas über der Mittelhöhe des Trichters und sind zu einer den Griffel umschließenden Röhre miteinander verwachsen. Jede Anthere öffnet sich an der auswärts gewendeten Seite mit zwei Längsrissen, und die Antherenröhre erscheint alsbald nach der Eröffnung der Blütenpforte ringsum mit Pollen bedeckt. Über der Antherenröhre sieht man die Narbe, welche aus zwei am Rande gekerbten und zerschlitzten weißen Lappen gebildet wird. Die Narbe sowie die Antheren sind so gestellt, daß die von Blüte zu Blüte schwärmenden Hummeln Kreuzungen herbeiführen müssen. Wenn aber infolge ungünstiger Witterung die Hummeln ausbleiben und die Kreuzung nicht zu stande kommt, so gelangt der von den schrumpfenden Antheren sich allmählich ablösende und abfallende Pollen durch Vermittelung der Blumenkrone und der Blütenstiele auf folgende Weise an die zuständigen Narben. Solange die Blüte aufrecht oder schief emporgerichtet ist (s. Abbildung, S. 382, Fig. 1 und 2), fällt der Pollen von der schrumpfenden Antherenröhre nach abwärts und sammelt sich über der Basis der Antherenträger an, und wenn sich die Blumenkrone zum Schutze des Pollens bei Regenwetter und während der Nacht zusammenfaltet,

so kommt der Pollen in die Rinnen zwischen den einspringenden Falten zu liegen, welche dicht an der Basis der Antherenträger beginnen und sich von da bis nahe zur Mündung der Blüte erstrecken. Diese Rinnen bilden in der That auch das Rinnsal, durch welches der abgefallene Pollen zu den Narben gelangt. Nur muß hierzu die Blüte früher in eine gestürzte Lage versetzt und die Narbe so eingestellt werden, daß ihre gefransten Ränder bis zu der betreffenden Rinne reichen. Beides geschieht. Die gestürzte Lage der Blüte kommt dadurch zu stande, daß sich die zu Anfang des Blühens noch kurzen Blütenstiele sehr verlängern und dann bei Regenwetter und bei eintretender Nacht in einem Halbbogen krümmen (s. untenstehende Abbildung, Fig. 2). Die Ränder der Narbe aber gelangen dadurch in die Rinne, daß der Griffel etwas in die Länge wächst, so daß die von ihm getragene Narbe in



Autogamie durch das Zusammenwirken der sich krümmenden Blütenstiele und der sich faltenden Blumenkrone: 1. Gentiana Clusii, deren Blüte sich zum ersten Male geöffnet hat. — 2. Dieselbe Pflanze; ihre Blüte im letzten Entwickelungsstadium mit geschlossener Blumenkrone und verlängertem bogenförmig gekrümmten Stiele. — 3. Längsschnitt durch eine Blüte, welche sich zum ersten Male geöffnet hat. — 4. Längsschnitt durch eine Blüte, welche sich zum letzten Male geschlossen hat. Vgl. Text, S. 381.

den Hohlkegel vorgeschoben wird, welcher bei dem Zusammenfalten des Kronensaumes entsteht. Dort münden gewissermaßen alle Rinnen der Kronenröhre zusammen und nähern sich so sehr der Mittellinie der Blüte, daß eine Berührung mit den Rändern der in der Mitte des Hohlkegels stehenden Narbenlappen unvermeidlich wird. Wenn nun die überhängende Blüte durch fallende Regentropfen oder durch Windstöße erschüttert wird, so gleitet der Pollen durch die ganz glatte Rinne wirklich bis zu den Narben herab und wird von dem ausgekerbten und ausgefransten Rande derselben aufgenommen (s. obenstehende Abbildung, Fig. 4). Dieser Darstellung der bei Gentiana acaulis, angustifolia und Clusii stattfindenden Autogamie ist die Bemerkung beizufügen, daß die genannten Arten in den Alpen meistenteils an grasigen Abhängen oder auf den Gesimsen steil abfallender Felswände wachsen. An solchen Stellen kann man bei Regenwetter Tausende der Blüten parallel zu der Abdachung des Bodens überhängend sehen, und aus diesen Blüten gehen auch nach lange anhaltender Regenzeit regelmäßig Früchte hervor. Die Blüten der auf ebenen Wiesenflächen wachsenden Stöcke sind dagegen in dem Nickendwerden mitunter behindert. Bei

diesen kommt es begreiflicherweise auch nicht zur Autogamie, und wenn wegen schlechten Wetters keine Hummeln fliegen, auch nicht zur Kreuzung. Auf solchen ebenen Plätzen kann man darum auch häufig genug verkümmerte Fruchtanlagen sehen.

Für jene Fälle, wo die Autogamie durch Zusammenwirken der sich krümmenden Blütenstiele und der sich verlängernden Blumenblätter erfolgt, mögen die Küchenschellen Anemone Pulsatilla und vernalis als Vorbild hingestellt sein. Die Blüten dieser Pflanzen sind zur Zeit, wenn die Blumenblätter zum ersten Male auseinander gehen, sehr kurz gestielt und mit ihrer Weitung himmelwärts gerichtet. Sie verharren in dieser Lage ungefähr 48 Stunden, öffnen sich am Tage bei Sonnenschein und schließen sich mit beginnender Dämmerung und bei eintretendem Regenwetter. Ein Nickendwerden der Blüten ist innerhalb der ersten zwei Tage nicht zu bemerken und wäre auch mit Rücksicht auf die Kürze des Stieles kaum möglich. Die Blüten sind ausgesprochen proterogyn. Die zahlreichen Pollenblätter sind dicht zusammengedrängt, und ihre geschlossenen Antheren stehen wie die Körner eines Maiskolbens geordnet in der Mitte der Blüte. Über die Antheren erhebt sich, einer kleinen Garbe vergleichbar, das Bündel der Griffel mit den belegungsfähigen Narben. Die Insekten, zumal Bienen und Hummeln, werden zu dieser Zeit durch den Honig angelockt, welcher von kleinen kolbenförmigen, zwischen den Blumenblättern und Pollenblättern eingeschalteten Nektarien abgesondert wird. Sie streifen bei dem Einfahren die aus den Narben gebildete Garbe oder benutzen diese wohl auch als Anflugsplatz und veranlassen für den Fall, daß ihrem Leibe Pollen anderer älterer Blüten anhaftet, zweiartige oder einartige Kreuzung. Nach Ablauf zweier Tage ist das Bild ein wesentlich anderes. Der Blütenstiel hat sich nicht unbedeutend verlängert, und die Blüte wird am Abend etwas nickend; die inneren Wirtel der Pollenblätter haben sich gelockert und auswärts gekrümmt, die Antheren, welche den Griffeln zunächst stehen, sind aufgesprungen und bieten Pollen aus. Die an der inneren Seite ausgehöhlten Blumenblätter haben sich zum Schutze des Pollens etwas verlängert. Anfliegende Insekten, welche jetzt nicht nur Honig, sondern auch Pollen zu gewinnen suchen, beladen sich in den Blüten unvermeidlich mit Pollen und können diesen zu anderen jüngeren Blüten übertragen. Beim Schließen der Blüten am Abend wird regelmäßig Pollen aus den Antheren der auswärts gebogenen Pollenblätter an die innere Seite der auflagernden Blumenblätter angeheftet. Auch kann schon jetzt von den Antheren der längsten Pollenblätter etwas Pollen abgestoßen werden und dieser fällt in der nickenden Blüte auf die mittleren Narben der Griffelgarbe. Nach wieder zwei Tagen stellen sich die Blüten der Küchenschellen folgendermaßen dar. Der Blütenstiel hat sich um das Zehn- bis Zwanzigfache verlängert, und die Blüte erscheint auch am Tage nickend. Die Pollenblätter sind sämtlich gelockert, die Antherenträger auswärts gekrümmt und die Antheren geöffnet. Die Blumenblätter haben sich von 16 auf 38 mm verlängert, und dadurch ist der ihrer Innenseite angeheftete Pollen bis zu den Narben gehoben oder vorgeschoben worden. Auch hat sich die Form der drei inneren Blumenblätter verändert; die innere Seite, welche bisher vertieft war, ist jetzt gewölbt und die früher gewölbte Außenseite ist jetzt vertieft. Die Folge dieser Veränderungen ist, daß nun auch die Narben am Umfange der Griffelgarbe, wenn sie nicht schon durch Vermittelung der Insekten belegt wurden, Pollen erhalten, indem sich die verlängerten Blumenblätter an sie anlegen und den ihrer vorgewölbten Innenseite angehefteten Pollen an die Narben abgeben.

Noch verwickelter sind die Vorgänge, welche bei der Bachnelkenwurz (Geum rivale), der Himbeere (Rubus Idaeus) und einigen anderen mit diesen verwandten Rosifloreen zur Autogamie führen. So z. B. sind die Blüten des Geum rivale am Tage ihrer Eröffnung von wagerechten Stielen getragen und mit ihrer Eingangspforte nach der Seite gerichtet;

die Antherenträger sind kurz und die Antheren sämtlich geschlossen; aber die Narben, welche als ein Büschel über die Antheren um ein paar Millimeter vorragen, sind bereits belegungsfähig. Anfliegende Insekten können jetzt Kreuzungen veranlassen, aber eine Autogamie ist noch nicht möglich. Später verlängern sich die Antherenträger, die Antheren der längsten Pollenblätter öffnen sich und kommen mit einigen Narben am Umfange des Griffelbündels in unmittelbare Berührung. Der Blütenstiel ist jetzt gekrümmt und die Blüte nickend. Infolgedessen kommt der aus den schrumpfenden Antheren von oben abfallende Pollen gleichfalls an die Narben am Umfange des Griffelbündels und zwar auf jene der oberen Blütenhälfte. Der aus den schrumpfenden Antheren unterseits abfallende Pollen gelangt dagegen zunächst auf die Blumenblätter der unteren Blütenhälfte und wird, nachdem sich diese etwas verlängert haben, von den Narben der benachbarten, sich auswärts krümmenden Griffel abgeholt. Wieder ein paar Tage später erscheint die Blüte an dem bogenförmig gekrümmten Stiele hängend und ihre Mündung bodenwärts gerichtet. Nun haben sich auch die Antheren der kürzeren Pollenblätter geöffnet, die ganze Blüte hat sich gelockert, das Bündel der Griffel erscheint jetzt als Garbe; sämtliche Griffel, auch die mittelständigen, drehen und krümmen sich so nach außen, daß die Narben unter die zuletzt geöffneten Antheren zu stehen kommen, und wenn nun beim Schrumpfen dieser Antheren der Pollen abgestoßen wird, so fällt er unvermeidlich auf die mittelständigen Narben, welche bisher noch nicht belegt wurden. Es wirken demnach hier 1) die Krümmung der Blütenstiele, 2) die Verlängerung der Kronenblätter, 3) die Verlängerung der Pollenblätter und 4) die Krümmung der Griffel zusammen, damit für den Fall ausgebliebenen Insektenbesuches sämtliche Narben mit Pollen aus den Antheren der zuständigen Pollenblätter belegt werden.

Die bisherigen Schilderungen, wenn auch äußerst kurz und knapp bemessen, geben doch immerhin ein übersichtliches Bild der vielerlei Einrichtungen, durch welche in den Zwitterblüten neben der Kreuzung auch die Autogamie angestrebt erscheint. Auch geht aus diesen Schilderungen zur Genüge hervor, daß die Einrichtungen, welche zur Autogamie führen, nur dann im vollen Umfange zur Wirksamkeit gelangen, wenn nicht schon eine Kreuzung stattgefunden hat. Immer und immer wieder wurde hervorgehoben, daß gewisse Vorgänge nur dann zur Geltung kommen, wenn Insektenbesuch, durch welchen eine Kreuzung hätte herbeigeführt werden können, ausgeblieben ist. Hiermit steht nun auch die merkwürdige Erscheinung im Zusammenhange, daß sich manche Blüten, obschon darauf angelegt, durch Vermittelung der Insekten gekreuzt zu werden, gar nicht öffnen, wenn der Besuch der betreffenden Tiere nicht erwartet werden kann. In den Gebirgsgegenden der gemäßigten Zonen kommt es häufig vor, daß dann, wenn die Blüten nahe daran sind, sich zu öffnen, Regenwetter eintritt, welches wochenlang beharrlich anhält. Die Bienen, Hummeln, Falter und Fliegen haben sich in ihre Baue und Schlupfwinkel zurückgezogen und müssen das Besuchen der Blüten längere Zeit unterbrechen. Das Wachstum der Pflanzen ist aber während dieser Zeit nicht aufgehalten; auch in den Blüten schreitet bei entsprechender Temperatur die Entwickelung ruhig fort; das Narbengewebe wird belegungsfähig, die Antheren erlangen ihre Reife, springen auf und entlassen ihren Pollen; aber noch immer hat kein Sonnenstrahl das Gewölk durchbrochen; es regnet fort und fort, und die Insekten bleiben in ihren regensicheren Verstecken geborgen. Unter solchen Umständen findet auch eine Eröffnung der Blütenpforte nicht statt; es kommt in der geschlossen bleibenden Blüte zur Autogamie, und die Vorrichtungen, durch welche eine Kreuzung hätte erzielt werden können, kommen nicht in Wirksamkeit. So verhält es sich zum Beispiele bei Alsine rubra, Anagallis phoenicea, Arabis coerulea, Azalea procumbens, Calandrinia compressa, Centunculus minimus, Drosera longifolia, Gagea lutea, Gentiana campestris, glacialis,

prostrata, Hypecoum pendulum, Hypericum humifusum, Lepidium sativum, Montia fontana, Oxalis corniculata, stricta, Polycarpon tetraphyllum, Portulaca oleracea, Sagina saxatilis, Silene noctiflora, Sisyrinchum anceps, Spergula arvensis, Stellera Passerina, Veronica alpina bellidifolia und Chamaedrys, Pflanzen der verschiedensten Standorte, die aber eins miteinander gemein haben, nämlich daß ihre Blüten, auch wenn sie sich öffnen, nur von kurzer Dauer sind. An Pflanzen mit langlebigen Blüten ist es eine nicht seltene Erscheinung, daß sich bei andauerndem Regenwetter die Autogamie in der geschlossenen Blüte vollzieht, daß aber nachträglich bei günstiger Witterung die Blumenblätter doch noch auseinander gehen und dadurch wenigstens die Möglichkeit gegeben wird, daß Insekten den zur Autogamie nicht verwendeten Pollen abholen. Als Beispiele, an welchen diese Einrichtung häufig beobachtet wird, könnten das wimperhaarige Alpenröschen (Rhododendron hirsutum), der Fieberklee (Menyanthes trifoliata) und der Teufelszwirn (Cuscuta europaea) genannt werden.

Es gibt auch Pflanzen, welche in Wasserlachen, in Tümpeln und am Ufer der Teiche mit wechselndem Wasserspiegel ihren gewöhnlichen Standort haben, wie beispielsweise Alisma natans, Illecebrum verticillatum, Limosella aquatica, Peplis Portula und Subularia aquatica, welche für den Fall, daß ihre dem Öffnen nahen Blütenknospen unter Wasser gesetzt werden, sich nicht öffnen, und bei denen sich dann die Autogamie in den geschlossen bleibenden Blüten unter Wasser vollzieht, wozu bemerkt werden muß, daß in den mit Luft erfüllten Innenraum solcher Blüten das umgebende Wasser nicht eindringt und demnach der merkwürdige Fall vorliegt, daß die Übertragung des Pollens auf die zuständige Narbe zwar unter Wasser, aber dennoch in der Luft erfolgt.

An einigen Knöterichen (Polygonum Hydropiper, minus und mite) kann man auch die Beobachtung machen, daß sich an jenen Stöcken, welche vereinzelt wachsen, und deren sämtliche mit Blüten besetzte Zweige dem Sonnenlichte ausgesetzt und den Insekten sichtbar und zugänglich sind, alle Blüten öffnen, daß aber dann, wenn von derselben Art Hunderte von Stöcken dichtgedrängt beisammen stehen, nur ein Teil der Blüten die Perigone öffnet. Nur die Blüten an den aufrechten Zweigen solcher Stöcke erschließen sich den besuchenden Insekten, jene an den untersten, dem Boden aufliegenden Zweigen, welche beschattet, versteckt und für die Insekten nicht leicht zu erreichen sind, bleiben geschlossen. Und dennoch vollzieht sich auch in diesen mit sichtlichem Erfolge die Autogamie.

Solche Pflanzen bilden den Übergang zu denjenigen, welche regelmäßig zweierlei Blüten ausbilden, solche, welche sich öffnen und danach angethan sind, daß in ihnen durch Vermittelung von Tieren eine Kreuzung eingeleitet werde, und solche, welche geschlossen bleiben, und in welchen mit großer Pünktlichkeit Autogamie stattfindet. Die letzteren hat man kleistogame (*κλειστος* = verschließbar; *γαμειν* = heiraten) Blüten genannt und von denselben eine Reihe sehr merkwürdiger Formen unterschieden. Ein gemeinsames Merkmal derselben ist die Verkümmerung oder das gänzliche Fehlschlagen jener Blumenblätter, welche durch ihren Duft, ihre Farbe und ihren Honig die Insekten zum Besuche anlocken könnten. Was von Blumenblättern ausgebildet wird, hat nur die Bedeutung einer Hülle, unter deren Schutz die Samenanlagen und Narben, die Antheren und der Pollen ihre Geschlechtsreife erlangen und sich miteinander verbinden können. In manchen Fällen ist keine Spur einer Blumenkrone zu sehen, nur grüne Kelchblätter sind entwickelt, welche fest zusammenschließen und die Pollenblätter und Stempel wie ein Hohlkegel umgeben. So z. B. findet man an der in den Laubwäldern Krains häufigen Aremonia agrimonioides kleistogame Blüten im Umfange von 2—3 mm, in welchen vom Rande der krugförmig vertieften Scheibe Pollenblätter und Kelchblätter ausgehen, aber die Kronenblätter vollständig fehlen. In anderen Fällen sind die Kronenblätter

zwar vorhanden, bleiben aber klein und von grünlichweißer Farbe. Gerade diejenigen Teile der Krone, welche in offenen Blüten durch ihre Gestalt und ihren Farbenschmelz am meisten auffallen, sind hier verkümmert. So ist in den kleistogamen Blüten mehrerer Veilchen das gespornte Blumenblatt, welches in den offenen Blüten am meisten in die Augen fällt, kaum mehr zu erkennen; die Platte desselben ist im Umrisse eiförmig, auch erscheint sie eingerollt und bildet einen über die Antheren und die Narbe gestülpten Hohlkegel. Die Antheren sind in den meisten kleistogamen Blüten so gestellt, daß der zur Reife gekommene und aus den aufgesprungenen Fächern hervordrängende Pollen unmittelbar mit der Narbe in Berührung kommt. Mitunter besteht zwar ein winziger Abstand zwischen dem an den Antherenfächern haftenden Pollen und der zuständigen Narbe, aber dann treiben aus den Pollenzellen Schläuche in der Richtung der Narbe hervor, welche sich an die Papillen der Narbe anlegen und von dort ihren weiteren Weg zu den Samenanlagen nehmen. In den kleistogamen Blüten einer Taubnessel (Lamium amplexicaule) hat man auch gesehen, daß sich die Antheren nicht öffnen, daß aber dennoch Pollenschläuche aus den Pollenzellen hervortreten, welche die Antherenwand durchbrechen und zu den Narben hinwachsen. Betrachtet man eine solche kleistogame Blüte, nachdem sich in ihr die Autogamie vollzogen hat, so könnte man im ersten Anblicke glauben, die Antheren seien mit den Narben verwachsen, indem die Pollenschläuche eine ziemlich feste Verbindung mit der Narbe herstellen.

Es wurde bereits erwähnt, daß alle Pflanzenarten, welche kleistogame Blüten hervorbringen, neben diesen auch noch andere mit geöffneter Pforte entwickeln. Der Mehrzahl nach sind diese letzteren durch Form, Farbe und Duft sehr auffallend. Sie erscheinen berechnet auf den Besuch von Tieren, welche Kreuzungen vermitteln sollen. Merkwürdigerweise fehlen aber diesen geöffneten Blüten jene Einrichtungen, welche für den Fall ausbleibenden Insektenbesuches zur Autogamie führen. Auf Grund solcher Erfahrungen ist man wohl berechtigt, anzunehmen, daß hier eine Art Teilung der Arbeit stattgefunden hat, daß nämlich die Aufgaben, welche bei den meisten Pflanzen nur von einer Form der Zwitterblüten gelöst werden, hier zweierlei Zwitterblüten zugeteilt sind: die Kreuzung den sich öffnenden, die Autogamie den geschlossen bleibenden.

Von Gräsern, Binsen, Simsen und ähnlichen Pflanzen, deren Zwitterblüten stäubenden Pollen entwickeln, sind nur wenige Arten mit kleistogamen Blüten nachgewiesen. Das am längsten bekannte Beispiel ist wohl Oryza clandestina, ein mit der Reispflanze verwandtes, weitverbreitetes Sumpfgras, welches in seinen Rispen vorwaltend geschlossen bleibende, auf Autogamie angewiesene und nur an den obersten Verzweigungen einige wenige sich öffnende Blüten entwickelt, die durch Vermittelung des Windes gekreuzt werden können. Desto größer ist die Zahl der Arten mit kleistogamen Blüten unter denjenigen Gewächsen, welche haftenden Pollen ausbilden und von Insekten gekreuzt werden können. Zahlreiche Asklepiadeen, Malpighiaceen, Papilionaceen und Orchideen der tropischen und subtropischen Florengebiete bieten hierfür lehrreiche Beispiele. Ihre offenen, prachtvoll gefärbten und weithin sichtbaren Blumen locken Tiere heran, und wenn diese wirklich die Blüten besuchen, so ist durch die mannigfaltigsten Schlagwerke, Streuwerke und Schleuderwerke die Kreuzung gesichert; aber wenn trotz aller Anlockungsmittel die erwarteten Tiere ausbleiben, so werden die Narben nicht belegt, und diese offenen großen Blüten verwelken, ohne zur Fruchtbildung gelangt zu sein. Nun kommen bei diesen Pflanzenarten die kleistogamen Blüten an die Reihe; in den Achseln bestimmter Blätter entwickeln sich kleine, grünliche, knospenähnliche Gebilde, welche aller Anlockungsmittel für Insekten entbehren, aber um so sicherer reife Früchte und keimfähige Samen hervorbringen. Übrigens fehlt es auch in den Florengebieten gemäßigter Zonen nicht an Pflanzen, bei welchen dieselbe Erscheinung beobachtet wird. Eine Menge Glockenblumen, Sonnenröschen, Balsaminen, Polygaleen, Oxalideen und

Skrofularineen (z. B. Campanula, Specularia, Helianthemum, Impatiens, Polygala, Oxalis, Linaria) und insbesondere die Veilchen aus den Rotten Nominium und Dischidium zeigen denselben Gegensatz in den Aufgaben ihrer zweierlei Blüten. Das schöne Veilchen unserer Laubwälder, Viola mirabilis, entfaltet im Frühlinge duftende, honigreiche Blüten mit großen violetten Blumenblättern. Wenn dieselben von Bienen oder Hummeln besucht werden, findet in ihnen eine Kreuzung statt; aber viele Blüten bleiben unbesucht und verwelken, ohne daß jene Autogamie zu stande gekommen wäre, welche im Vorhergehenden (S. 381) von den Veilchenarten der Rotte Melanium beschrieben wurde. Nun kommen aber im Sommer an demselben Stocke, und zwar an besonderen Verzweigungen desselben, kleine, grüne Blütenknospen zum Vorscheine, welche sich nicht öffnen, und aus denen nichtsdestoweniger bald darauf reife, große Fruchtkapseln mit einer Fülle von Samen hervorgehen. Schon den Botanikern des vorigen Jahrhunderts war diese der gewöhnlichen Vorstellung von dem Erfolge des Blühens scheinbar widersprechende Erscheinung aufgefallen, und sie hatten dieses Veilchen, an welchem sie die offenen, großen Blüten meistens fehlschlagen und die geschlossen bleibenden knospenartigen Blüten stets zu Früchten werden sahen, Viola mirabilis, das wunderbare Veilchen, genannt.

An dem wunderbaren Veilchen und an allen mit demselben verwandten Arten, welche die beschreibenden Botaniker „stengeltreibend" genannt haben, gelangen die kleistogamen Blüten an besonderen Sprossen zur Ausbildung, und es erscheinen diese Sprosse entweder als aufrechte oder als lange, zickzackförmig gebogene und auf dem Boden liegende Zweige. Ähnliches beobachtet man auch an mehreren Arten der Gattung Sauerklee (Oxalis) und an der schon früher erwähnten Aremonia agrimonioides. Man kennt auch einige Schmetterlingsblütler (z. B. Vicia amphicarpa) und Schotengewächse (z. B. Cardamine chenopodiifolia), bei welchen die kleistogamen Blüten an unterirdischen Ausläufern, beziehentlich Stielen entstehen, während die offenen Blüten von oberirdischen Trieben getragen werden. An mehreren Veilchen, welche die beschreibenden Botaniker „stengellos" nennen, so namentlich an Viola collina und sepincola, kommen die kleistogamen Blüten gleichfalls unterirdisch und zwar an Stielen, welche von kurzen Stocksprossen ausgehen, zur Entwickelung In allen diesen Fällen ist es einer und derselbe Stock, welcher die zweierlei Blüten getrennt an den verschiedenen Achsengebilden trägt; es gibt aber auch Pflanzen, wie z. B. das Springkraut (Impatiens Nolitangere), welche an dem einen Stocke sich öffnende und an dem anderen Stocke geschlossen bleibende Blüten ausbilden. Um der Wahrheit gerecht zu werden, sollte übrigens hier jedesmal das Wort „vorwaltend" beigesetzt werden; denn Übergänge und Zwischenstufen sind nichts weniger als selten. So z. B. kommen Stöcke des zuletzt genannten Springkrautes vor, an welchen offene Blüten mit großen Blumenkronen, halb offene Blüten mit verkümmerten Blumenkronen und kleine, geschlossen bleibende, kleistogame Blüten nebeneinander stehen, und wiederholt wurden an den zickzackförmigen, liegenden Ausläufern des Sandveilchens (Viola arenaria) neben den kleistogamen Blüten auch solche mit großen ausgebreiteten Blumenblättern gesehen. Dasselbe gilt auch in betreff der Zeit, in welcher die kleistogamen Blüten auftreten. In der Mehrzahl der Fälle werden sie erst entwickelt, wenn die offenen Blüten bereits verwelkt und entschwunden sind, aber bei Cardamine chenopodiifolia hat man beobachtet, daß die unterirdischen kleistogamen Blüten früher ausgebildet wurden als jene, welche von den oberirdischen Stengeln getragen werden und ihre Blumenblätter ausbreiten.

Ehemals wurde auch behauptet, daß es Pflanzen gebe, welche niemals andere als kleistogame Blüten tragen. So wurde von der Krötensimse (Juncus bufonius) erzählt, daß sie ausschließlich kleistogame Blüten hervorbringe. Spätere Untersuchungen haben aber ergeben, daß diese Pflanze zweierlei Blüten besitzt, dreimännige endständige, welche kleistogam

sind, und sechsmännige seitenständige, welche sich im warmen Sonnenscheine des Mittags in derselben Weise öffnen wie jene der anderen Simsen. Auch von einem afrikanischen Salbei, für welchen der Name Salvia cleistogama gewählt wurde, hatte man angegeben, daß er nur kleistogame Blüten entwickele, aber nach wiederholten Aussaaten desselben kamen auch Stöcke mit aufgeschlossenen Blüten zum Vorscheine. Wer das Springkraut Impatiens Nolitangere nur auf dem Sande und den Schutthalden an Ufern der Gebirgsbäche in den tirolischen Hochthälern zu sehen Gelegenheit hätte, könnte auch von dieser Pflanze glauben, sie komme nur mit kleistogamen Blüten vor, denn an den bezeichneten Orten ist noch niemals eine offene Blüte derselben gesehen worden. Säet man aber die aus den kleistogamen Blüten hervorgegangenen Samen dieses Springkrautes in gute Walderde an eine halbschattige Stelle des Gartens, so tauchen regelmäßig schon nach der ersten Aussaat einige Stöcke mit großen, gelben, aufgeschlossenen Blumen auf. Auf den Hügeln am Fuße der Solsteinkette im tirolischen Innthale wächst in dichtem Waldesschatten ein Veilchen, Namens Viola sepincola. Ich hatte dasselbe dort zum erstenmal um die Mitte des Monats Mai gesehen und zwar schon reichlich besetzt mit ausgereiften Früchten. In den folgenden Jahren fahndete ich nach den Blüten dieser Pflanze und zwar schon zeitig im Frühlinge, alsbald nach dem Schmelzen der Schneedecke; aber nicht ein einziger Stock hatte offene Blüten mit ausgebreiteten Blumenblättern an aufrechten oberirdischen Stielen entwickelt; dagegen zeigten sich viele unter dem abgefallenen Laube versteckte und teilweise in der Erde geborgene kleistogame Blüten, so daß sich auch in betreff dieses Veilchens damals die Mutmaßung aufdrängte, es komme nur mit solchen Blüten vor. Stöcke dieser Pflanze in den Garten an eine zeitweilig besonnte Stelle gesetzt, entwickelten aber schon im zweitnächsten Jahre neben den kleistogamen auch aufknospende, schön violette und duftende Blüten an aufrechten Stielen.

Dieses Ergebnis wirft auch einiges Licht auf die Anregung zur Bildung der hier in Rede stehenden Blüten. Im tiefen, kühlen Waldesschatten wurde an Viola sepincola keine offene oberirdische Blüte angelegt, wohl aber im freien Lande an einem zeitweilig besonnten Standorte. Man geht wohl nicht fehl, wenn man den Sonnenstrahlen als Anregungsmitteln für die Anlage blütentragender Sprosse und zwar solcher, in deren Blüten auch bunt gefärbte Blumenblätter eingeschaltet sind, eine hohe Bedeutung zuschreibt. Mittelbar aber ergibt sich für die betreffenden Pflanzen der Vorteil, daß sie ihre Bauthätigkeit im tiefen, kühlen Schatten, wo sich weder Bienen noch Hummeln einstellen, und wo die offenen Veilchenblüten unbesucht bleiben würden, auf die Anlage und Entwickelung kleistogamer Blüten beschränken und die Ausbildung offener, auf Kreuzung berechneter Blüten gewissermaßen ersparen können. Fallen die beschattenden Bäume des Waldes, sei es durch Windbruch oder durch die Axt des Holzhauers, und wird die Stelle, wo das in Rede stehende Veilchen wächst, der Sonne zugänglich, so stellen sich dort gewiß auch Bienen und Hummeln ein, die nach Honig suchen, von Blüte zu Blüte schwirren und dabei Kreuzungen einleiten. Dann sind die offenen, duftenden, violetten Blüten am Platze, und derselbe Veilchenstock, der jahrelang im dichten Waldesschatten nur kleistogame Blüten entwickelte, wird durch die Sonnenstrahlen angeregt, Blüten mit ausgebreiteten Blumenblättern anzulegen.

Eine ähnliche Bewandtnis hat es auch mit der auf bebautem Lande, in Gemüsegärten, Weinbergen und unter der Saat gedeihenden stengelumfassenden Taubnessel (Lamium amplexicaule). Diese Pflanze entwickelt zweierlei Blüten, solche mit einer 15 mm langen, purpurnen Blumenkrone, welche die zum Honig führende Pforte weit aufsperrt, und kleistogame Blüten mit verkümmerter Blumenkrone und einem kleinen, geschlossen bleibenden grünen Kelche. Wie bei vielen anderen einjährigen Unkräutern erhalten sich auch bei dieser Taubnessel die in vorgerückter Jahreszeit aufgekeimten Stöcke lebend über den Winter, bis in den nächsten Frühling, und man kann sie daher in allen Jahreszeiten an den erwähnten

Standorten frisch und grün sehen. Auch Blüten werden von ihr in allen Jahreszeiten angelegt und entwickelt, aber merkwürdigerweise sind nur im warmen Sommer zur Zeit, wenn blütenbesuchende Insekten um die Wege sind, die schönen, purpurnen Kronen, in deren weit geöffneten Schlund die Honigsauger mit Rüssel und Kopf einfahren können, zu sehen; im kühlen Spätherbste und im ersten Frühlinge, wenn die blütenbesuchenden Insekten fehlen, kann sich die Taubnessel den Luxus der roten, auf die Insekten als Anlockungsmittel wirkenden Blumenkronen ersparen, und in der That kommen dann nur kleistogame Blüten zum Vorscheine. Das ist nun freilich nicht so aufzufassen, als ob die Pflanze aus eigener kluger Überlegung die Ausbildung der Kronen unterlassen würde, sondern die Beziehung ist als eine mittelbare zu denken, und man darf sich vorstellen, daß unter dem Einflusse der kurzen Tage und der niederen Temperatur im späten Herbste und im ersten Frühlinge die Anregung zur Anlage der Blütenknospen eine andere ist als unter dem Einflusse der langen, warmen Tage des Sommers.

Unter den Einrichtungen, welche dazu bestimmt sind, im Beginne des Blühens eine Kreuzung herbeizuführen, wurde im vorhergehenden Kapitel auch die Ausbildung heterostyler Blüten (s. S. 301 und 310) namhaft gemacht. Auch wurde dort (S. 315) darauf hingewiesen, daß bei den heterostylen Pflanzen infolge der Dichogamie die allerersten, beziehentlich die allerletzten Blüten der betreffenden Art auf eine zweiartige Kreuzung oder, was dasselbe sagen will, auf eine Bastartierung berechnet sind, und daß, wie die Erfahrung zeigt, diese Kreuzung sehr oft von Erfolg begleitet ist. Im Hinblicke auf die Ergebnisse bei anderen zwitterblütigen Gewächsen ließ sich nun voraussetzen, daß bei den heterostylen Arten auch Vorsorge für eine rechtzeitig eintretende Autogamie getroffen sei, d. h. daß für den Fall ausbleibenden Insektenbesuches im geeigneten Augenblicke die Narben mit Pollen aus den zuständigen Antheren belegt werden. Diese Voraussetzung hat sich auch wirklich bewährt; alle diesbezüglich angestellten Untersuchungen haben nämlich erwiesen, daß auch bei den heterostylen Blüten eine Autogamie stattfinde, aber immer nur an einer der Formen, welche zusammengenommen die Art ausmachen. Bei einem Teile der heterostylen Arten, beispielsweise jenen, welche den Gattungen Gentiana, Menyanthes und Thesium angehören, sind die kurzgriffeligen Blüten auf Autogamie berechnet, bei anderen, wie z. B. den heterostylen Arten der Gattung Mertensia und Pulmonaria, kommt die Autogamie bei den langgriffeligen Blüten zu stande. Bei Primula longiflora und minima sind es die kurzgriffeligen, bei Primula Auricula und glutinosa die langgriffeligen Blüten, deren Narben mit dem Pollen der zuständigen Pollenblätter belegt werden. Die in dieser Beziehung bestehende Mannigfaltigkeit hängt mit den anderen zur Autogamie führenden Einrichtungen der betreffenden Blüten auf das innigste zusammen.

Eine Erscheinung, welche hier erwähnt zu werden verdient, ist auch die an den zweierlei Blütenformen einer Art beobachtete ungleiche Größe und Auffälligkeit der Blume. An Primula longiflora und minima zeigen die langgriffeligen, an Primula Auricula und glutinosa die kurzgriffeligen Büten einen größeren und mehr in die Augen fallenden Saum der Blumenkrone. Es kann wohl als allgemeine Regel gelten, daß die auf Kreuzung angewiesenen Blüten, bei welchen keine Autogamie stattfindet, größere Blüten haben als jene, bei welchen unvermeidlich eine Autogamie erfolgt. Man hat diese Erscheinung mit dem Insektenbesuche in Zusammenhang gebracht und in der Weise erklärt, daß man sagte: die auf Kreuzung angewiesenen Blüten bedürfen ausgiebiger Anlockungsmittel für die Insekten, die anderen Blüten, bei welchen auch ohne Insektenbesuch die Narben belegt werden, können sich dagegen mit einer weniger auffallenden Blumenkrone bescheiden.

Die Mittel, durch welche bei den Arten mit heterostylen Blüten die Autogamie erreicht wird, sind im großen und ganzen dieselben wie bei den nicht heterostylen Pflanzen. In

dem einen Falle verlängern sich die Pollenblätter oder die mit Pollen beklebten Blumenblätter so lange, bis die Narbe mit dem Pollen der zuständigen Antheren belegt ist, in einem anderen Falle findet zur Erreichung desselben Erfolges ein Neigen und Krümmen der Antherenträger und Griffel statt, wieder in einem anderen Falle wird bei dem Abfallen der Blumenkrone die Narbe durch den Antherenkranz oder Antherenring durchgeschleift, oder es beteiligen sich die Blumenblätter, indem sie sich öffnen und schließen oder falten und glätten, an der Übertragung des Pollens auf die zuständige Narbe, oder endlich es findet ein Krümmen und Strecken der Blütenstiele statt, durch welches die Narbe unter die Antheren gestellt wird, so daß der aus den schrumpfenden Antheren ausfallende Pollen auf sie treffen muß. Aus der Fülle einschlägiger Beobachtungen können hier nur einige wenige als Beispiele herausgegriffen werden, und es empfehlen sich hierzu insbesondere jene, welche die schon wiederholt genannten Primeln: Primula Auricula, glutinosa, longiflora und minima, betreffen.

Die Blumenkrone der kurzgriffeligen Blüten von Primula Auricula zeigt einen verhältnismäßig großen, flach schüsselförmig ausgebreiteten Saum; die fünf Pollenblätter sind dem Grenzgebiete von Saum und Röhre, dem sogenannten Schlunde, angewachsen, und die Antheren bilden dort einen Kranz, durch dessen Mitte die Insekten in den Blütengrund einzufahren haben. Der Griffel ist kurz, und die von ihm getragene kugelige Narbe erhebt sich nur bis zu dem unteren Drittel der Kronenröhre. Zur Zeit, wann die Antheren Pollen ausbieten, sind die Blüten etwas nickend oder wagerecht eingestellt. Bei dieser Stellung kommt natürlich kein Pollen auf die Narbe, und wenn nicht Gäste aus der Insektenwelt anfliegen, welche eine Kreuzung veranlassen, so bleibt die Narbe bis zum Schlusse des Blühens unbelegt. Auch bei dem Abfallen der Blumenkrone gelangt aus den zuständigen Antheren kein Pollen auf das belegungsfähige Gewebe. Anders bei den langgriffeligen Blüten der beiden in Rede stehenden Primeln. Die Blumenkronen derselben haben einen etwas kleineren, beckenförmigen Saum, die fünf Pollenblätter sind dem unteren Drittel der Röhre angewachsen, und deren Antheren stehen in derselben Höhe, welche in den kurzgriffeligen Blüten von der Narbe eingehalten wird. Der Griffel ist lang, und seine Narbe ist in der Mitte des Schlundes sichtbar. Im übrigen ist kein bemerkenswerter Unterschied von der kurzgriffeligen Blüte zu sehen. Insekten können die Narbe mit dem Pollen belegen, welchen sie von den am Schlunde kurzgriffeliger Blüten stehenden Antheren abgestreift haben. Mag das nun geschehen sein oder nicht, unter allen Umständen wird bei dem Ablösen und Abfallen der Blumenkrone die Narbe durch den Antherenkranz in der Blumenkronenröhre durchgeschleift, streift bei dieser Gelegenheit an den Pollen, welcher in größerer oder geringerer Menge an den Antherenfächern haftet, und wird mit diesem pünktlich belegt.

Ganz anders verhält sich in betreff der Autogamie die Primula longiflora. Bei dieser Primel zeigen die langgriffeligen Blüten eine kürzere Röhre und einen breiteren Saum der Blumenkrone als die kurzgriffeligen. Die Antheren stehen dicht hinter der Mündung der Röhre im sogenannten Schlunde; der Griffel ist lang, ragt aus dem Schlunde weit hervor, und seine Narbe steht um ein gutes Stück über, beziehentlich vor dem Antherenkranze. Die Blüten sind wagerecht eingestellt oder schräg emporgerichtet, und bei dieser Stellung kann der an den Antheren haftende Pollen nicht zu den Narben gelangen. Da die Blumenkrone bei dieser Primel am Ende des Blühens nicht abfällt, sondern in Verbindung mit dem Blütenboden welkt und verbleicht, so kommt in der freien Natur in den langgriffeligen Blüten dieser Primel keine Autogamie zu stande. Dagegen wird durch besuchende Insekten, welche bei dem Einfahren zum Blütengrunde unvermeidlich an die vor den Zugang gestellte Narbe streifen müssen, eine Kreuzung eingeleitet. Die kurzgriffeligen Blüten besitzen, wie schon erwähnt, eine vergleichsweise längere Röhre und einen schmäleren Saum der Blumenkrone; die Antheren stehen hier, abweichend von vielen anderen Primeln, dicht unterhalb des

Saumes im Schlunde an derselben Stelle wie bei den langgriffeligen Blüten, aber der Griffel ragt aus dem Schlunde nicht hervor, und die von ihm getragene Narbe steht ganz nahe über den Spitzen der Antheren. Bei dieser Stellung kann durch Insekten gerade so gut wie in den langgriffeligen Blüten eine Kreuzung eingeleitet werden; aber überdies findet hier auch gegen den Schluß des Blühens eine Autogamie statt und zwar dadurch, daß die Kronenröhre, welche sich seit der Eröffnung des Blütengrundes um einige Millimeter verlängert hat, den ihrem Schlunde angewachsenen Antherenkranz vorschiebt, wodurch die Narbe in die Mitte des Antherenkranzes gelangt und mit Pollen dicht belegt wird.

An **Primula minima**, welche auf S. 301, Fig. 1 u. 2 abgebildet erscheint, sind die heterostylen Blüten aufrecht und verharren in dieser Lage unverändert bis zum Verwelken und Verbleichen der Blumenkrone. Der Kronensaum der langgriffeligen Blüten (s. Abbildung, S. 301, Fig. 1) zeigt einen größeren Umfang als jener der kurzgriffeligen (s. Abbildung, S. 301, Fig. 2). Die Antheren sind in der langgriffeligen Blüte dem unteren Teile der Röhre eingefügt, der Griffel ragt über den Antherenkranz hinaus, und die Narbe steht ungefähr im oberen Drittel der Röhre. Insekten, welche in den Blütengrund einfahren, berühren zuerst die Narbe und können dieselbe mit dem Pollen anderer Blüten belegen. Eine Autogamie kommt hier kaum jemals zu stande. Die Blumenkrone welkt und verbleicht in der freien Natur am Stocke, ohne abzufallen; nur in seltenen Fällen kommt es dazu, daß die Krone sich von dem Blütenboden ablöst und durch den Sturmwind entführt wird. Bei dieser Gelegenheit könnte die Narbe an den Antherenkranz anstreifen und mit Pollen belegt werden. Desto sicherer erfolgt die Belegung der Narbe mit dem Pollen der zuständigen Antheren in den kurzgriffeligen Blüten. In diesen sind die Antheren dem oberen Drittel der Kronenröhre eingefügt, und die Narbe, welche den kurzen Griffel abschließt, steht unterhalb des Antherenkranzes. Wenn nun am Schlusse des Blühens die Röhre infolge des Welkens sich etwas zusammenzieht, so fällt aus den gleichzeitig schrumpfenden Antheren Pollen in die Tiefe und trifft dort unvermeidlich auf die Narbe.

Während demnach bei **Primula Auricula** und **glutinosa** die Autogamie in den langgriffeligen Blüten infolge des Durchschleifens der Narbe durch den Antherenkranz der abfallenden Blumenkrone und bei **Primula longiflora** in den kurzgriffeligen Blüten durch Verlängerung der Kronenröhre und Emporschieben der Antheren bis in die Höhe der Narbe erfolgt, findet sie bei **Primula minima** in den kurzgriffeligen Blüten durch Pollenfall aus den schrumpfenden Antheren statt. Dieser Umstand, daß unter den Primeln allein schon dreierlei zur Autogamie führende Einrichtungen vorkommen, gestattet einen annähernden Schluß auf die große Mannigfaltigkeit, welche in dieser Hinsicht bei den heterostylen Pflanzen überhaupt besteht. Von einer ausführlichen Darstellung dieser Mannigfaltigkeit kann aber hier um so eher Abstand genommen werden, als dieselbe zum größten Teile doch nur eine Wiederholung früherer Mitteilungen sein würde.

Es erübrigt nur noch zu bemerken, daß die Zahl der Pflanzenarten mit heterostylen Blüten weit größer ist, als in früherer Zeit angenommen wurde. Man kennt gegenwärtig dergleichen Arten aus den Familien der Asperifolieen, Kaprifoliaceen, Karyophylleen, Colchicaceen, Krassulaceen, Ericineen, Gentianeen, Globularineen, Irideen, Lineen, Lythrarineen, Onagrarieen, Oxalideen, Papaveraceen, Plantagineen, Plumbagineen, Polygoneen, Primulaceen, Rubiaceen, Santalaceen, Solaneen und Valerianeen, und es ist wahrscheinlich, daß diese Liste bei eingehenderen Untersuchungen zumal tropischer Gewächse noch erheblich erweitert werden wird. In den meisten Fällen bringen die Arten einer Gattung nur zweierlei Blütenformen hervor. Es gibt aber auch Gattungen, wie z. B. **Linum** und **Oxalis**, von welchen ein Teil der Arten lang-, mittel- und kurzgriffelige, ein anderer Teil lang- und kurzgriffelige Blüten und ein dritter Teil durchweg Blüten mit gleichlangen Griffeln

ausbildet. Bei manchen Arten ist die Feststellung der Heterostylie darum mit einigen Schwierigkeiten verbunden, weil sich die Antherenträger während des Blühens sowohl in den langgriffeligen als in den kurzgriffeligen Blüten verlängern, wodurch das gegenseitige Verhältnis der Längenmaße außerordentlich verwickelt wird. Auch ist man der Gefahr ausgesetzt, Pflanzenarten, welche auf einem Teile ihrer Stöcke scheinzwitterige Blüten mit zwar deutlich sichtbaren, aber dennoch zur Paarung nicht geeigneten Fruchtknoten, Griffeln und Narben tragen, für heterostyle Arten zu halten.

Die Ergebnisse der in diesem Kapitel zur Besprechung gekommenen Untersuchungen über die Autogamie lassen sich zum Schlusse in folgende Worte zusammenfassen. Bei denjenigen Pflanzen, deren Zwitterblüten weder kleistogam noch heterostyl sind, ist die Einrichtung getroffen, daß eine und dieselbe Blüte zu verschiedenen Zeiten der Kreuzung und der Autogamie dient; bei den Gewächsen mit kleistogamen Blüten ist eine Teilung der Arbeit in der Weise erfolgt, daß zweierlei Zwitterblüten entstehen, von welchen die sich öffnenden auf Kreuzung berechnet sind, während in den geschlossen bleibenden nur Autogamie stattfinden kann, und endlich gibt es noch heterostyle Pflanzen, bei welchen zu jeder Art zwei- oder dreierlei Stöcke mit verschiedenen Blüten gehören, solche, in deren Blüten eine Kreuzung, und solche, in deren Blüten insbesondere Autogamie angestrebt erscheint.

Befruchtung und Fruchtbildung der Phanerogamen.

Die Belegung des Narbengewebes mit Pollen ist bei den Phanerogamen die Einleitung zu jenem Vorgange, welcher Befruchtung genannt wird. Aber auch nichts weiter als die Einleitung. Es ist verwirrend und trübt die Einsicht in die Beziehungen der Fruchtbildung zur Geschichte der Pflanzenwelt, wenn, wie das häufig geschieht, Belegung und Befruchtung als dasselbe hingenommen werden. Befruchtung kann bei den Phanerogamen nur zu stande kommen, wenn die Belegung der Narben vorhergegangen ist, aber oft genug findet eine Belegung statt, ohne daß eine Befruchtung nachfolgen würde. Es sind Fälle bekannt, daß aus Blüten, deren Narben von Insekten mit Pollen anderer Blüten rechtzeitig gekreuzt wurden, keine Früchte hervorgingen, und ebenso ist es erwiesen, daß Blüten, auf deren Narben Pollen aus den zuständigen Antheren abgelagert wurde, nicht zur Fruchtbildung gelangten. Mit anderen Worten, es kann sowohl die Kreuzung als die Autogamie erfolglos sein.

Um Mißverständnissen vorzubeugen, sei hier erwähnt, daß die älteren Angaben über die in Rede stehende Erfolglosigkeit mit großer Vorsicht aufzunehmen sind. Ehemals, als es für selbstverständlich galt, daß die in einer echten Zwitterblüte entstandenen zweierlei Geschlechtszellen unausweichlich im Bereiche dieser Blüte zusammenkommen, wurde mit den Aussprüchen über die Ergebnisse der Belegung etwas leichtfertig umgegangen. Blieb in echten Zwitterblüten die Fruchtbildung aus, so wurde angenommen, daß die Belegung ohne Erfolg war, ohne genau nachzusehen, ob denn überhaupt eine Belegung stattgefunden habe. Es ist vorgekommen, daß Pflanzen für unfruchtbar ausgegeben wurden, welche man nur in einem oder in einigen wenigen Stöcken im Garten beobachtet hatte. Der Beobachter hatte zwar richtig gesehen, aber nur im Hinblicke auf die untersuchten wenigen Stöcke, deren Zwitterblüten vollkommen proterogyn waren. Zur Zeit, als die Narben hätten belegt werden sollen, fehlte es an Pollen, nachdem Stöcke derselben Art mit vorgeschritteneren Blüten im Garten nicht gezogen wurden. Da konnte freilich eine Befruchtung nicht zu stande gekommen sein. Es gibt auch Zwitterblüten, in welchen die gegenseitige Lage der Antheren und Narben weder am Anfange noch am Ende und überhaupt zu keiner Zeit des Blühens die Autogamie zuläßt. Sie sind allezeit auf Kreuzung angewiesen. Wenn aber die Kreuzung

aus irgend einem Grunde nicht eintritt, so entfällt selbstverständlich die Befruchtung und Fruchtbildung. Auch solche Fälle wurden von botanischen Schriftstellern früherer Zeit vorgeführt, um zu zeigen, daß die Zwitterblüten gewisser Arten unfruchtbar seien.

Mitunter hielt man Pflanzenarten für unfruchtbar, weil an dem Beobachtungsorte die Insekten fehlten, welche bei ihnen die Übertragung des Pollens vorzunehmen pflegen. Paederota Ageria, eine in den Felsritzen der südlichen Alpen nicht seltene Pflanze, wurde in großer Menge im Innsbrucker botanischen Garten gepflanzt, entfaltete dort alljährlich zahlreiche Blüten, blieb aber nichtsdestoweniger unfruchtbar. Die Blüten dieser Pflanze sind auf Kreuzung durch Vermittelung von Insekten berechnet. Die Antheren sind von der Blumenkrone verdeckt, der Griffel ragt als Anflugsstange für Insekten weit über die Blumenpforte vor, und die Narbe ist und bleibt vom Anfange bis zum Ende des Blühens so gestellt, daß sie von dem Pollen aus den zuständigen Antheren von selbst nicht belegt werden kann. Da nun in dem erwähnten Garten jene Insekten fehlten, welche die Blüten der Paederota Ageria in den Südalpen besuchen, und da auch keine Autogamie bei dieser Pflanze stattfindet, so blieben die Narben unbelegt, und es bildeten sich niemals Früchte aus. An den ursprünglichen Standorten in Südtirol und Krain werden die Blüten dieser Pflanze von Insekten besucht, und dort gehen aus ihnen auch Früchte in Hülle und Fülle hervor. Ähnlich verhält es sich auch mit mehreren aus fernen Ländern bei uns eingeführten und teilweise verwilderten Gewächsen. Die Zwitterblüten des im östlichen Asien einheimischen Kalmus (Acorus Calamus) stehen dicht gedrängt auf einer dicken Spindel und bilden das, was in der botanischen Kunstsprache ein Kolben genannt wird. Die Blüten sind vollkommen proterogyn. Wenn sich die Antheren öffnen, ist die zuständige Narbe schon braun und vertrocknet. Autogamie ist demnach hier ausgeschlossen. Die Entwickelung der Blüten schreitet von der Basis gegen die Spitze des Kolbens vor, und zur Zeit des Öffnens der Antheren an den untersten Blüten sind die Narben in den obersten Blüten noch belegungsfähig. Wenn der Pollen von den untersten Blüten zu den obersten übertragen würde, könnte daher eine Geitonogamie stattfinden, freilich nur durch Vermittelung von Insekten, da der Pollen ein haftender ist. In Europa, wo diese Pflanze nicht ursprünglich einheimisch ist, kommt das niemals vor und zwar darum nicht, weil jene Insekten fehlen, welche die Blütenkolben zu besuchen pflegen. Bei uns bleibt daher der Kalmus unfruchtbar. In seiner Heimat, in China und Indien, werden die Blüten durch Insekten gekreuzt, und dort bilden sich an den Kolben rötliche Beerenfrüchte aus. Die gelbrote Taglilie (Hemerocallis fulva) hat ephemere Blüten, welche sich im Sommer zwischen 6 und 7 Uhr morgens öffnen und zwischen 8 und 9 Uhr abends schließen. Die großen, seitlich eingestellten Blüten sind sehr kurze Zeit proterogyn. Die belegungsfähige Narbe ragt schon eine halbe Stunde vor dem Öffnen der Blume über die Spitze der Perigonzipfel vor. Gleichzeitig mit der Ausbreitung der Perigonzipfel springen die Antheren auf und bieten reichlichen haftenden Pollen aus. Der Griffel ist länger als die Antherenträger, die Narbe steht daher wie in so vielen anderen Fällen vor den Antheren und kommt mit dem haftenden Pollen derselben von selbst nicht zusammen. Honigsaugende Tiere, welche in die Blüte einfahren wollten, müßten zuerst die Narbe und dann erst die Antheren streifen und würden, wenn sie, mit Pollen beladen, von anderen Blüten kommen, eine Kreuzung einleiten. Honig ist im Blütengrunde in einer 2 cm langen Röhre des Perigons geborgen. Der Zugang zu diesem Honig ist so sehr verengert, daß nur eine dünne Borste, beziehentlich ein dünner Rüssel eingeführt werden kann. Käfer, Fliegen, Bienen und andere kurzrüsselige Insekten, welche die weite Blütenpforte überschreiten, ohne die Narben und die Antheren gestreift zu haben, werden sich vergeblich bemühen, diesen Honig zu erbeuten. Die ganze Blüte macht den Eindruck, daß sie auf große Tagschmetterlinge, welche mit einem langen, dünnen Rüssel ausgestattet sind, berechnet ist. Merkwürdigerweise

werden aber in unseren Gegenden die Blüten der Hemerocallis fulva niemals von Schmetterlingen besucht. Da in diesen Blüten keinerlei Einrichtungen getroffen sind, welche zu einer Autogamie führen würden, so bleiben in unseren Gegenden die Narben unbelegt, und es kommt auch nicht zur Fruchtbildung. In den europäischen Gärten, wo die Pflanze doch sehr verbreitet ist und alljährlich reichlich blüht, ebenso dort, wo sie in der Nähe der Gärten im südlichen Europa verwilderte, hat noch niemand eine Frucht derselben gesehen. Es ist daher mehr als wahrscheinlich, daß Hemerocallis fulva in ihrer ursprünglichen Heimat, das ist im östlichen Asien, von Tagschmetterlingen besucht wird, welche in Europa fehlen.

Daß auch die Blüten der amerikanischen Yucca-Arten, auf deren Narben der Pollen von kleinen, in Europa fehlenden Motten gebracht wird, bei uns keine Früchte ansetzen, wurde bereits bei früherer Gelegenheit erzählt (s. S. 155). Ebenso wurde schon in einem früheren Kapitel (s. S. 239) darauf hingewiesen, daß aus den Blüten einiger zu den Leimkräutern gehörenden, in den südlichen und östlichen Alpen heimischen Pflanzen Honig von den Hummeln entführt wird, ohne daß dabei die Narben mit Pollen belegt werden, und daß diese Leimkräuter nur sehr selten Früchte mit keimfähigen Samen zur Reife bringen.

Für manche gepflanzte Arten, deren Blüten auf Kreuzung durch Vermittelung der Insekten angewiesen sind, mag es auch verhängnisvoll werden, daß sie im Garten viel früher oder viel später blühen als an den natürlichen Standorten. In der freien Natur fällt ihre Blütezeit mit der Flugzeit gewisser Insekten zusammen; im Garten dagegen schwirren diese Insekten, vorausgesetzt, daß sie dort überhaupt sich einfinden, zu einer Zeit, wenn die in Rede stehenden Gewächse schon verblüht oder noch nicht aufgeblüht sind. Mit diesen Bemerkungen sollte zunächst nur festgestellt werden, daß die Unfruchtbarkeit in manchen Fällen nur scheinbar ist, indem das Fehlschlagen der Fruchtanlage nur infolge des Ausbleibens befruchtender Pollenzellen stattfindet.

In anderen Fällen wird die Narbe zwar mit Pollen belegt, aber dieser Pollen ist verkümmert, und es geht ihm die Fähigkeit ab, Pollenschläuche zu treiben. Die Verkümmerung des Pollens wird am häufigsten bei den in Gärten auf üppigem, gut gedüngtem Boden gezogenen Gewächsen, an den künstlich erzeugten Bastarten und an solchen Pflanzen beobachtet, deren Pollenblätter teilweise in Blumenblätter umgewandelt sind. Allerdings darf diese Erfahrung nicht zu dem Ausspruche verallgemeinert werden, daß alle Pflanzen, in deren Blüten die erwähnte Umwandlung stattgefunden hat, schlechten Pollen erzeugen; denn die teilweise in Blumenblätter metamorphosierten Pollenblätter der gefüllten Rosen bergen in ihren Antheren nicht selten ordentlichen befruchtungsfähigen Pollen, der von den Gärtnern bei künstlichen Belegungen mit bestem Erfolge verwendet wird. Aber für die Mehrzahl solcher Gewächse kann die Verkümmerung des Pollens immerhin als Regel gelten, und es braucht kaum weiter ausgeführt zu werden, daß die Belegung der Narben mit solchem Pollen keine Befruchtung und Fruchtbildung nach sich zieht.

In der freien Natur, zumal an Orten, wo viele Pflanzenarten zu gleicher Zeit ihre Blüten entwickeln, wie z. B. am Rande von Waldbeständen, auf Wiesen und Heiden, ist es unvermeidlich, daß sich der Pollen der verschiedensten Arten auf einer Narbe zusammenfindet. Mit Vorliebe halten sich zwar die Insekten durch längere Zeit an eine und dieselbe Pflanzenart, insbesondere dann, wenn diese Art in großer Zahl von Stöcken auf einem beschränkten Gelände in Blüte steht; aber wer diesen Tieren bei den Blütenbesuchen zusieht, überzeugt sich leicht, daß auch der Wechsel in den aufgesuchten Blüten sehr häufig vorkommt. Die Biene, welche soeben in der Blüte einer Winterblume (Eranthis) Honig gesogen und sich dabei mit Pollen beladen hat, fliegt von da zu den Blüten der Lorbeerweide (Salix daphnoides), und wenn sie gerade an einem blühenden Strauche des Seidelbastes (Daphne Mezereum) vorbeikommt, so unterläßt sie es gewiß nicht, auch dort einen Besuch abzustatten,

um sich Honig zu holen; im nächsten Augenblicke schwirrt sie zu den Blüten des Frühlingssafrans (Crocus vernus) auf der angrenzenden Wiese, um dann weiterhin noch in den Blüten des duftenden Veilchens (Viola odorata) einzukehren. Da darf es wohl nicht überraschen, wenn auf den Narben des Veilchens sich mitunter auch Pollenzellen der Winterblume, der Lorbeerweide, des Seidelbastes und des Frühlingssafrans finden, oder daß an den Narben des Frühlingssafrans auch Pollen des Seidelbastes haftet und so fort. Ähnlich verhält es sich auch mit dem stäubenden Pollen. Auf den Narben der Einbeere (Paris quadrifolia) fand ich einmal Pollenzellen der Fichte (Abies excelsa) und des Bingelkrautes (Mercurialis perennis), welche der Wind herbeigetragen hatte, und ein anderes Mal sah ich die Narbe des Gelbsternes (Gagea lutea) mit dem Pollen der Grünerle (Alnus viridis) so dicht belegt, daß anderer Pollen daneben nicht mehr Platz gefunden hätte.

Daß der Pollen der Lorbeerweide nicht zur Befruchtung des Frühlingssafrans, der Pollen des Bingelkrautes nicht zur Befruchtung der Einbeere und der Pollen der Grünerle nicht zur Befruchtung des Gelbsternes taugen werde, ließ sich im vorhinein erwarten. Man konnte an denselben nur jene Veränderungen erkennen, welche sich jedesmal einstellen, wenn Pollen auf eine feuchte Unterlage kommt; aber die weitere Entwickelung unterblieb; die Anfänge von Pollenschläuchen, welche sich in einigen Fällen zeigten, kamen über das Narbengewebe nicht hinaus, und die Befruchtung der Samenanlagen kam nicht zu stande. Eine andere Frage ist freilich, ob solcher fremdartiger Pollen ganz bedeutungslos ist, ob er nicht vielleicht das Narbengewebe einigermaßen zu verändern im stande ist, so daß dadurch anderer, nachträglich auf dieses Gewebe abgelagerter Pollen, welcher weniger fremdartig ist und Pollenschläuche zu den Samenanlagen hinabtreibt, beeinflußt wird. Aber diese Frage kann wohl erst in einem späteren Kapitel zur Besprechung kommen. Hier ist nur die Thatsache festzuhalten, daß nicht jeder auf die Narbe kommender Pollen derselben genehm ist, und daß der Narbe die Fähigkeit zukommt, eine Auswahl zu treffen.

Welche Verhältnisse bei dieser Auswahl des Pollens ins Spiel kommen, ist schwer zu sagen. Die Beobachtungen der Vorgänge auf der Narbe drängen zu dem Schlusse, daß das lebendige Protoplasma in der Pollenzelle durch die Stoffe, welche aus dem Narbengewebe herstammen, tiefgreifend beeinflußt wird. In dem einen Falle werden diese Stoffe in die Pollenzelle aufgenommen, und der Protoplast zeigt infolgedessen Veränderungen in seinem Leibe und seiner Zellhaut, welche sich als Erscheinungen des Wachstums nach einer bestimmten Richtung kundgeben; in dem anderen Falle werden diese Stoffe nicht aufgenommen, oder wenn sie auf diosmotischem Wege in das Innere der Pollenzelle gelangen, so wird doch kein Wachstum mit bestimmtem Ziele angeregt. Es macht vielmehr im letzteren Falle den Eindruck, daß das lebendige Protoplasma unter dem Einflusse dieser aufgenommenen Stoffe geschädigt wird und zu Grunde geht. Danach ist es wahrscheinlich, daß das, was dem Beobachter als Wahlvermögen der Narbe erscheint, von der Wahlverwandtschaft zwischen dem Inhalte der Pollenzellen und der Narbenzellen abhängt. Zunächst mag man wohl an chemische Einflüsse denken, welche hierbei zur Geltung kommen, aber es ist auch nicht ausgeschlossen, daß aus den Narbenzellen mit dem Wasser Stoffe in die Pollenzelle übergehen, welche nur den Anstoß zu molekularen Umlagerungen geben, ohne daß eine wesentliche Veränderung in der chemischen Zusammensetzung erfolgen würde. Möglicherweise kommt auch der Umstand in Betracht, daß der Umfang der Pollenzellen und der aus ihnen hervortretenden Pollenschläuche zu dem einzuschlagenden Wege im Bereiche des Narbengewebes in einem Mißverhältnis steht.

Es hat wohl nicht an Versuchen gefehlt, welche eigens zur Lösung der Frage nach der hier berührten Wahlverwandtschaft angestellt wurden; aber diese Versuche geben über das Wesen und die letzten Gründe der hier in Betracht kommenden Vorgänge eigentlich keine

Aufschlüsse. Was durch sie ermittelt wurde, war nichts weiter als der günstige oder ungünstige Erfolg künstlich vorgenommener Belegungen in betreff der Samenbildung. Es wurde durch dieselben festgestellt, daß die Belegung in dem einen Falle keine Samenbildung nach sich zog, daß sie in einem anderen Falle mit der Ausbildung sehr spärlicher und in einem dritten Falle mit der Ausbildung sehr reichlicher Samen verbunden war. Der Fehlerquellen bei solchen Versuchen gibt es natürlich sehr viele, und es darf darum nicht überraschen, wenn die Ergebnisse nicht immer jene Übereinstimmung zeigen, welche wünschenswert wäre. So z. B. ergaben Versuche, welche von mir mit verschiedenen Nelken angestellt wurden, daß die Belegung der Narbe einer bestimmten Blütenform mit dem Pollen einer anderen bestimmten Blütenform das eine Mal ganz wirkungslos blieb, während sich bei Wiederholung desselben Versuches in einem anderen Jahre herausstellte, daß ein Teil der Samenanlagen befruchtet wurde und keimfähige Samen lieferte. Anderen Beobachtern ist es in dieser Hinsicht nicht besser gegangen, und ich zweifle nicht, daß alle diejenigen, welche sich der großen Mühe derartiger Untersuchungen unterzogen haben, in der Ansicht übereinstimmen, man könne den Ergebnissen derselben kein unbedingtes Vertrauen entgegenbringen. Anderseits darf das Mißtrauen gegen diese Versuche nicht allzu weit gehen, und es wäre ungerecht, ihnen allen und jeden Wert abzusprechen. Nur vor der Verallgemeinerung der durch Versuche mit einigen wenigen Pflanzenarten gewonnenen Ergebnisse soll gewarnt sein. Die allgemeinen Ergebnisse sind gewiß in hohem Grade lehrreich und dürfen insbesondere bei Untersuchungen über den Zusammenhang der Befruchtungsvorgänge mit der Entstehung neuer Arten nicht unberücksichtigt bleiben.

Übersichtlich läßt sich das, was die Versuche gelehrt haben, in folgender Weise zusammenfassen. Wenn der Pollen einer Art auf die Narbe einer anderen Art gebracht wird, so treibt derselbe nur dann Pollenschläuche in der Richtung der Samenanlagen, wenn beide Arten derselben Gattung oder doch derselben natürlichen Pflanzenfamilie angehören. Familie und Gattung sind allerdings Begriffe, welche die Botaniker ausgedacht haben, und es unterliegt ihre Abgrenzung bis zu einem gewissen Grade der Willkür oder doch der individuellen Auffassung des Beobachters; im großen und ganzen besteht aber in dieser Beziehung, zumal was die Abgrenzung der Pflanzenfamilien anbelangt, nur eine geringe Meinungsverschiedenheit. Ob nicht weitere Entdeckungen wieder eine Verschiebung der dermalen festgehaltenen Grenzen veranlassen werden, muß freilich dahingestellt bleiben, und wenn wir daher den Satz aussprechen: daß Kreuzungen zwischen zwei Arten aus zwei verschiedenen Pflanzenfamilien erfolglos bleiben, so ist das nur im Hinblicke auf die gegenwärtig von den Botanikern festgehaltene Abgrenzung der Familien gemeint. Derselbe Vorbehalt im Hinblicke auf die Abgrenzung der Gattungen gilt natürlich auch für den Ausspruch, daß die Kreuzungen zweier Arten aus zwei verschiedenen Gattungen nur in seltenen Fällen Erfolg aufzuweisen haben.

Die Kreuzung zweier Arten derselben Gattung hat dagegen in den meisten Fällen eine Befruchtung, beziehentlich die Bildung von Bastarten zur Folge. Dabei ist es sehr merkwürdig, zu sehen, daß die äußere Ähnlichkeit der sich kreuzenden Arten für den Erfolg oder Mißerfolg nicht maßgebend ist. Zu den häufigsten in der freien Natur sich bildenden Primelbastarten zählen jene, welche der Kreuzung der Primula glutinosa und Primula minima ihr Dasein verdanken, zweier Arten, welche sich in der Gestalt ihrer Laub- und Blumenblätter doch gar nicht ähnlich sehen; dagegen werden Bastarte aus den einander ähnlichen, zu gleicher Zeit blühenden und auch von denselben Bienen besuchten Frühlingsprimeln Primula elatior und officinalis nur sehr selten beobachtet, und auch künstliche Kreuzungen dieser beiden Arten haben, wie Versuche lehrten, nur selten Erfolg aufzuweisen.



Wenn geschlechtsreifer Pollen aus der Pollenblüte einer Art auf die belegungsfähige Narbe einer Fruchtblüte derselben Art gelangt, so kann der Erfolg als gesichert angesehen werden. Das gilt sowohl für die zweihäusigen als für die einhäusigen Arten und ebenso für jene Pflanzen mit scheinzwitterigen Blüten, die mit Rücksicht auf die Ausbildung geschlechtsreifen Pollens und geschlechtsreifer Samenanlagen eigentlich auch einhäusig und zweihäusig sind.

Für die Pflanzen mit nicht heterostylen echten Zwitterblüten ist nachgewiesen, daß geschlechtsreifer Pollen, aus den Antheren der einen Blüte rechtzeitig auf die Narben einer anderen Blüte derselben Art übertragen, stets Befruchtung veranlaßt. Nur in jenen Fällen, wo die nicht heterostyle Zwitterblüte Pollenblätter von ungleicher Länge enthält, hat die Belegung der Narben einen ungleichen Erfolg, je nachdem der Pollen aus den längeren oder aus den kürzeren Pollenblättern entnommen wird.

Eigentümlich verhalten sich die Gewächse mit heterostylen Zwitterblüten. Der Pollen aus den Antheren einer kurzgriffeligen Blüte auf die Narbe einer langgriffeligen Blüte oder jener aus den Antheren einer langgriffeligen Blüte auf die Narbe einer kurzgriffeligen Blüte übertragen, ist von bestem Erfolge begleitet; die anderen Verbindungen, so insbesondere jene des Pollens aus den Antheren einer langgriffeligen mit den Narben einer anderen langgriffeligen Blüte oder des Pollens aus den Antheren einer kurzgriffeligen mit den Narben einer anderen kurzgriffeligen Blüte, haben nur geringen oder manchmal auch gar keinen Erfolg aufzuweisen. Es gibt Pflanzenarten mit teilweise scheinzwitterigen und teilweise echten Zwitterblüten, von welchen die letzteren heterostyl sind. So z. B. kommen von Silene Saxifraga Stöcke vor, welche nur scheinzwitterige Fruchtblüten, Stöcke, welche nur scheinzwitterige Pollenblüten, Stöcke, welche nur langgriffelige echte Zwitterblüten, und Stöcke, welche nur kurzgriffelige echte Zwitterblüten tragen. Die mit diesen verschiedenen Blütenformen vorgenommenen Kreuzungen ergaben, daß die Belegung der Narben in den scheinzwitterigen Fruchtblüten mit dem Pollen der kurzgriffeligen Zwitterblüten den besten Erfolg hatten. Einen nahezu ebenso guten Erfolg zeigte die Belegung der Narben in den scheinzwitterigen Fruchtblüten mit dem Pollen der scheinzwitterigen Pollenblüten. Weniger günstig war das Ergebnis infolge der Belegung der letztgenannten Narben mit dem Pollen aus den kurzgriffeligen Pollenblüten. Die Kreuzung der Narben in den langgriffeligen Zwitterblüten mit Pollen aus den kurzgriffeligen Zwitterblüten sowie die Kreuzung der Narben in den kurzgriffeligen Zwitterblüten mit dem Pollen aus den langgriffeligen Zwitterblüten war wieder mit gutem Erfolge verbunden; dagegen hatte die Übertragung des Pollens aus einer langgriffeligen Zwitterblüte auf die Narbe einer langgriffeligen Zwitterblüte sowie jene des Pollens aus einer kurzgriffeligen Zwitterblüte auf die Narbe einer kurzgriffeligen Zwitterblüte einen entschiedenen Mißerfolg. Für die Blüten des Weiderichs (Lythrum Salicaria), welche teils langgriffelig, teils mittelgriffelig, teils kurzgriffelig erscheinen (s. S. 301), und bei welchen 18 verschiedene Verbindungen möglich sind, haben Versuche ergeben, daß alle Verbindungen des Pollens mit Narben, welche Geschlechtsorgane von gleicher Höhenlage betreffen, Befruchtungen im Gefolge haben, während die übrigen Verbindungen entweder gar keinen oder doch nur einen geringen Erfolg nach sich ziehen.

Es wurde bei den Pflanzen mit heterostylen Blüten auch die Beobachtung gemacht, daß die Pollenzellen, welche aus den Antheren verschieden langer oder in verschiedener Höhe in die Blumenkrone eingefügter Pollenblätter hervorgehen, in der Größe und mitunter auch in der Farbe voneinander abweichen. So z. B. sind bei dem Weiderich die trockenen Pollenzellen der langen Pollenblätter grünlich, 30—38 Mikromillimeter lang und 20—26 Mikrom. breit, jene der mittleren sind gelblich, 23—26 Mikrom. lang und 13—16 Mikrom. breit, und jene der kurzen sind auch gelblich, aber 20—25 Mikrom. lang und 11—13 Mikrom.

breit. Bei der Frühlingsprimel (Primula officinalis) zeigen die Pollenzellen aus den Antheren der hoch oben an der Mündung der Kronenröhre eingefügten Pollenblätter, welche für die Narben langer Griffel bestimmt sind, einen Durchmesser von 30, dagegen die Pollenzellen aus den Antheren der tief unten in der Kronenröhre eingefügten Pollenblätter, welche für die Narben der kurzen Griffel bestimmt sind, einen Durchmesser von 20 Mikromillimeter. Die für diese Erscheinung gegebene Erklärung, daß Pollenschläuche, welche einen langen Griffel durchlaufen müssen, einer größeren Fülle des Stoffes bedürfen als jene, welche nur einen kurzen Weg zur Samenanlage zurückzulegen haben, hat jedenfalls viel Wahrscheinlichkeit für sich. Alles in allem kann für die Arten mit heterostylen Zwitterblüten der Satz gelten: daß die Kreuzung dann den besten Erfolg hat, wenn hierzu Pollen aus einer Anthere gewählt wird, die mit der zu belegenden Narbe auf derselben Höhe steht.

Was den Erfolg der Autogamie in den nicht heterostylen Zwitterblüten anbelangt, so ist auffallend, daß in allen jenen Fällen, wo die Pollenblätter eine ungleiche Länge besitzen, der Pollen einen verschiedenen Erfolg aufzuweisen hat, je nachdem er von den längeren oder kürzeren Pollenblättern herstammt. Wenn man Pollen, welcher von selbst nicht auf die zuständige Narbe gelangen könnte, künstlich dorthin bringt, so ist der Erfolg gewöhnlich sehr gering, während dann, wenn in derselben Zwitterblüte Pollen zur Belegung benutzt wird, welcher nachträglich von selbst auf die zuständige Narbe gelangt sein könnte, jedesmal eine Befruchtung erfolgt. Künstlich eingeleitete Autogamie in Zwitterblüten, die nicht heterostyl und deren Pollenblätter von gleicher Länge sind, hat in den meisten Fällen guten Erfolg aufzuweisen, und es scheint gleichgültig, ob der zur Belegung der zuständigen Narben verwendete Pollen von den zuerst oder den zuletzt aufspringenden Antheren genommen wird. Die Zahl der Arten, bei welchen die künstlich eingeleitete Autogamie fehlschlägt, ist sehr gering. Crambe tataria, Draba repens, Lilium bulbiferum, Lysimachia numularia und einige Orchideen und Schmetterlingsblütler könnten allenfalls als Beispiele dienen, aber selbst bei diesen Pflanzen bleibt es fraglich, ob nicht bei wiederholten Versuchen doch eine Befruchtung nachfolgt, ob nicht bei den bisherigen Versuchen eine Fehlerquelle übersehen wurde, und ob nicht einer der im Eingange dieses Kapitels erwähnten Umstände zu einer Täuschung Veranlassung gab.

Hier ist wohl die geeignetste Stelle, um auch des in den Zwitterblüten beobachteten Vorganges zu gedenken, welcher als Bevorzugung des fremden vor dem eigenen Pollen gedeutet wird. Einschaltungsweise sei hier zunächst erklärt, was man in diesem Falle unter fremden und eigenen Pollen versteht. Den auf die Narbe einer Blüte gebrachten Pollen, der aus den Antheren einer anderen Blüte herstammt, gleichgültig, ob es die Blüte derselben oder einer anderen Art ist, hat man zur Vermeidung der Weitläufigkeit bei den Schilderungen kurzweg fremden Pollen genannt, während man den auf die Narbe einer Blüte gebrachten Pollen, welcher aus den Antheren der zuständigen Pollenblätter herstammt, als eigenen Pollen anspricht. Wie verhält es sich nun mit der sogenannten Bevorzugung des fremden vor dem eigenen Pollen? Öffnet man die Blüte eines Lerchenspornes (Corydalis) am frühen Morgen des Tages, an welchem sie für Insekten zugänglich wird, so sieht man, daß die Antheren bereits aufgesprungen sind, und daß der eigene Pollen die spatelförmige Narbe umgibt. Die Narbe liegt zwischen den beiden löffelförmigen Blumenblättern im Pollen förmlich eingebettet. Sie ist aber zu dieser Zeit noch nicht belegungsfähig, und so erklärt es sich, daß in diesem Stadium der Pollen und die Narbe noch keine Wechselwirkung aufeinander ausüben. Wenn nun Insekten die Blüte besuchen, so wird denselben ein Teil des Pollens, welcher die Narben umgibt, aufgeladen (s. S. 266). Sollten

die besuchenden Insekten schon mit Pollen beladen von anderen Lerchenspornblüten herkommen, so wird dem an der Unterseite des Insektenleibes haftenden Pollen noch neuer Pollen zugesellt. Zugleich wird aber auch ein Teil dieses fremden Pollens auf die Narbe gebracht, und, wenn sich die Insekten zurückziehen und die Narbe wieder ihre frühere Lage zwischen den beiden löffelförmigen Blumenblättern einnimmt, so ist sie in Berührung mit zweierlei Pollen, mit eigenem Pollen, da dieser nicht vollständig an die besuchenden Insekten abgegeben wurde, und mit dem von den besuchenden Insekten herbeigebrachten fremden Pollen. Wenn sich der Insektenbesuch wiederholt, so wird an diesem Verhältnis nicht viel geändert; denn eine geringe Menge eigenen Pollens ist doch immer noch vorhanden. Endlich wird die Narbe belegungsfähig; das Narbengewebe tritt in Wechselwirkung mit dem auflagernden Pollen, und es kann nun in dem zu Anfang dieses Kapitels angedeuteten Sinne eine Auswahl zwischen eigenem und fremdem Pollen durch die Narbe stattfinden. Diese Auswahl mit den Augen zu verfolgen, ist begreiflicherweise unmöglich; aber im Hinblicke auf die Ergebnisse verschiedener künstlich vorgenommener Belegungen hält man sich für berechtigt, anzunehmen, daß in solchen Fällen dem fremden Pollen der Vorzug gegeben werde. An dem hohlen Lerchensporne (Corydalis cava) hat man nämlich die Beobachtung gemacht, daß dann, wenn ausschließlich eigener Pollen auf die Narbe gebracht wird, die Befruchtung unterbleibt, daß dagegen dann, wenn nur fremder Pollen auf die Narbe gebracht wird, eine Befruchtung stattfindet und zwar am sichersten dann, wenn der benutzte fremde Pollen aus den Blüten eines anderen Stockes stammt. In diesem Falle scheint also wirklich der fremde Pollen vorgezogen zu werden und der eigene keine Befruchtung herbeizuführen. Berücksichtigt man dagegen andere Arten der Gattung Lerchensporn, z. B. Corydalis capnoides, fabacea und ochroleuca, so überzeugt man sich leicht, daß bei ihnen auch der eigene Pollen zweifellos eine Befruchtung veranlaßt. Wird der Anflug der Insekten von den Blüten dieser Lerchensporne abgehalten und dadurch die Zuführung fremden Pollens verhindert, so bleiben die Narben vom Anfange bis zum Ende des Blühens im eigenen Pollen eingebettet. Im Beginne des Blühens ist die Narbe noch nicht belegungsfähig, und da kann von einer Befruchtung überhaupt nicht die Rede sein; aber später wird sie belegungsfähig, ihr Gewebe tritt in Wechselwirkung mit dem ihr auflagernden eigenen Pollen, und diese Wechselwirkung hat den Erfolg, daß sämtliche Früchte solcher Stöcke ausreifen und alle in diesen Früchten enthaltenen Samen keimfähig werden.

Diese Erfahrungen zeigen, wie trügerisch es wäre, die an Corydalis cava gemachten Beobachtungen zu verallgemeinern, sie als Grundlage für weitgehende Hypothesen, insbesondere für die Annahme, daß die Autogamie vielfach verhindert sei und keinen Erfolg habe, zu gebrauchen. Thatsächlich ist die Autogamie bei der Mehrzahl der Lerchensporne weder verhindert noch erfolglos, sie findet an den gegen Insektenbesuch geschützten Stöcken merkwürdigerweise in den geschlossenen Blüten statt und erinnert insofern an jene Form der Autogamie, welche als Kleistogamie bezeichnet wurde (s. S. 385). Daß in jenen Fällen, wo die Narben von Corydalis capnoides, fabacea, ochroleuca 2c. zugleich mit eigenem und fremdem Pollen in Berührung kommen, der letztere vorgezogen wird, läßt sich weder behaupten noch bestreiten, ist aber im Hinblicke auf die vorhandenen Einrichtungen, welche auf eine Kreuzung abzielen, sehr wahrscheinlich.

Mit den Lerchenspornen stimmen in betreff der soeben erörterten Vorgänge die zahlreichen Arten der Gattung Erdrauch (Fumaria) sowie eine große Menge von Schmetterlingsblütlern, namentlich jene, in deren Blüten das auf S. 260 beschriebene Pumpwerk ausgebildet ist, überein. Die Erbsen und Linsen (Pisum, Ervum), die verschiedenen Arten des Hornklees und Steinklees (Lotus, Melilotus) sowie die zahllosen Arten der Gattung Klee (Trifolium) und noch viele andere reifen auch dann, wenn von ihren Blüten die

Insekten abgehalten werden, alle ihre Fruchtanlagen aus, und nur vereinzelte Arten dieser Gattungen geben bei ausbleibendem Insektenbesuche schlechte Ernten ab. Es gilt daher auch für sie die Satzung: hat die Narbe zwischen eigenem und fremdem Pollen zu wählen, so zieht sie allem Anscheine nach den letzteren vor, kommt sie nur mit eigenem Pollen in Berührung, so ist in den meisten Fällen auch die Autogamie von Erfolg begleitet.

Bei den Skabiosen (Scabiosa) zeigt sich ein ähnliches Verhältnis. Die zu Köpfchen vereinigten echten Zwitterblüten dieser Pflanzen sind proterandrisch. Das Narbengewebe ist zur Zeit, wenn von den Antheren Pollen ausgeboten wird, noch nicht geschlechtsreif; nichtsdestoweniger bleibt an den Narben der aus den schrumpfenden Antheren ausfallende Pollen bereits hängen, und wenn sich die Antheren von ihren Trägern ablösen, sieht man die Narben in den meisten Blüten der betrachteten Köpfchen mit eigenem Pollen belegt. Dieser Pollen bleibt aber zunächst noch wirkungslos. Insekten, welche sich auf die Blütenköpfchen setzen, können den Pollen von den Narben teilweise abstreifen und, wenn sie fremden Pollen von anderen Stöcken mitbringen, diesen auf die Narbe übertragen, so daß dann ein Gemenge von Pollen auf den Narben haftet. Wenn endlich das Narbengewebe geschlechtsreif wird und die ihm auflagernden Pollenzellen beeinflußt, so kann eine Auswahl erfolgen, wobei der fremde Pollen wahrscheinlich vorgezogen wird. Wenn aber der Insektenbesuch ausbleibt, so wird auch der eigene Pollen wirksam, was daraus erschlossen werden kann, daß die sämtlichen Fruchtanlagen der Skabiosen auch dann zur Reife kommen, wenn man von den Blütenköpfchen dieser Gewächse die Insekten durch besondere Umhüllungen fern gehalten hat.

Auch bei mehreren Lippenblütlern, für welche Leonurus heterophyllus als Vorbild gewählt sein mag, scheint eine Bevorzugung fremden Pollens vorzukommen. Die echten Zwitterblüten der eben genannten Pflanze sind proterandrisch. Wenn sich die Blüte öffnet, sind die von der Oberlippe überdachten Antheren bereits aufgesprungen und so an die Eingangspforte gestellt, daß der von ihnen ausgebotene Pollen durch besuchende Insekten unvermeidlich abgestreift werden muß. Die Narbe ist dagegen zu dieser Zeit noch nicht belegungsfähig; sie liegt zwischen den Antheren versteckt und kann von den einfahrenden Insekten noch nicht berührt werden. Im zweiten Zeitabschnitte des Blühens verlängert sich die Röhre der Blumenkrone, und es werden infolgedessen die Pollenblätter, beziehentlich die Antheren vorgeschoben. Dabei ist es unvermeidlich, daß die unverrückt stehen bleibende Narbe einen Teil des Pollens von den an sie anstreifenden Antheren aufnimmt. Die Narbe ist daher schon mit eigenem Pollen belegt, bevor noch die Möglichkeit eintritt, daß sie von den in den Blütengrund einfahrenden Insekten berührt und mit fremdem Pollen belegt wird. Diese Möglichkeit wird erst im dritten Stadium des Blühens gegeben und zwar dadurch, daß die Narbe sich senkt und einen Ast an die Zufahrt zum Blütengrunde stellt. Findet jetzt wirklich ein Besuch von seiten der Insekten statt, welche mit Pollen beladen aus anderen Blüten herbeifliegen, so kann es geschehen, daß fremder und eigener Pollen zugleich der Narbe angeheftet ist, und es mag dann der fremde Pollen vorgezogen werden. Bleiben die Insekten aus, so wird der eigene Pollen wirksam, was daraus geschlossen wird, daß sämtliche Fruchtanlagen auch an solchen Stöcken ausreifen, von welchen die Insekten fern gehalten werden. Mehrere Skrofularineen, z. B. Linaria littoralis und minor, zeigen Einrichtungen in den Blüten, welche den eben geschilderten so ähnlich sind, daß darauf verzichtet werden kann, sie hier ausführlicher zu schildern, und es soll daher nur noch eine zu den Nelkengewächsen gehörende Pflanze vorgeführt werden, bei welcher man aus verschiedenen Umständen auf eine Bevorzugung fremden Pollens schließen zu können sich berechtigt glaubt. Ich wähle hierzu das nachtblühende Leimkraut (Silene noctiflora). Diese Art öffnet ihre Blüten von selbst nach Sonnenuntergang um 7 Uhr abends. Wenn man aber die Blüten schon früher, etwa um 6 Uhr abends, künstlich öffnet, sieht man, daß nicht nur

alle zehn Antheren bereits aufgesprungen sind, sondern daß auch die zarten Papillen des Narbengewebes mit Pollen aus den Antheren der kurzen Pollenblätter schon belegt sind. Es hat also hier unzweifelhaft schon in der Blütenknospe eine Autogamie stattgefunden und zwar eine Autogamie, welche lebhaft an jene der kleistogamen Blüten erinnert. Wenn sich nichtsdestoweniger die Blüte öffnet, so kann das wohl nur zu dem Zwecke geschehen, um möglicherweise auch noch fremden Pollen durch Vermittelung von Abend- und Nachtschmetterlingen zu erhalten. Es gehören die Blüten dieser Leimkräuter zwar nicht zu jenen, welche von Insekten besonders reichlich aufgesucht werden; aber ab und zu stellt sich doch eine Plusia oder eine andere kleine Eule ein, welche von Blüte zu Blüte schwärmt, Honig saugt, hier Pollen abholt, dort Pollen abstreift und dabei dem schon an dem Narbengewebe haftenden eigenen Pollen auch noch fremden beigesellt. Es kann nun wieder eine Auswahl unter den zweierlei Pollen stattfinden, und diese dürfte wohl zu gunsten des fremden ausfallen; denn sonst wäre ja nicht zu begreifen, warum die Blüte sich überhaupt öffnet, nachdem doch ihre Narben schon in der Knospe mit Pollen belegt waren. Für den Fall ausbleibenden Insektenbesuches wird aber auch in den Blüten der Silene noctiflora der eigene Pollen wirksam. Es reifen hier die Fruchtanlagen sogar für den Fall aus, wenn sich wegen schlechter, naßkalter Witterung die Blüten gar nicht öffnen, was ich wiederholt zu beobachten Gelegenheit hatte. Alles in allem verhält es sich bei diesen Lerchenspornen, Schmetterlingsblütlern, Skabiosen, Lippenblütlern, Skrofularineen und Nelkengewächsen nicht anders wie bei so vielen anderen Pflanzen, deren Blüten von Insekten besucht werden: im ersten Stadium des Blühens soll die Möglichkeit einer Kreuzung durch Vermittelung der Insekten gegeben sein, und wenn der Insektenbesuch ausbleibt, erfolgt Autogamie.

Nach diesen Bemerkungen, welche einzuschalten notwendig war, um mehrere an und für sich zwar richtige, aber einseitig und überhastet erklärte Thatsachen in das rechte Licht zu stellen und zugleich vor Benutzung derselben als Stütze weitgehender Hypothesen zu warnen, komme ich endlich dazu, die **Entwickelung der Pollenschläuche** aus jenen Pollenzellen zu schildern, auf welche die entsprechende geschlechtsreife Narbe einen nachweisbaren Einfluß übt. Das Wort Einfluß hat hier nicht nur eine sinnbildliche Bedeutung; denn thatsächlich findet hier ein Einfließen, ein Übergehen flüssiger Substanz aus dem geschlechtsreifen Narbengewebe in den Innenraum der Pollenzelle statt, wenn dieses Übergehen auch nicht in offenen Bahnen, sondern durch die Zellhaut hindurch auf diosmotischem Wege erfolgt. Welcher Art die von der Narbe in die Pollenzelle übergehende Flüssigkeit ist, bedarf noch einer genaueren Feststellung. Aus dem Umstande, daß das Hervortreiben der Pollenschläuche in vielen Fällen mittels einer dreiprozentigen Rohrzuckerlösung, der man eine geringe Menge von Gelatine zugesetzt hat, auf einem Glasplättchen zu stande gebracht werden kann, mag man den Schluß ziehen, daß gelöster Zucker in der Narbenflüssigkeit enthalten sei. Im Hinblicke auf verschiedene andere Erscheinungen, insbesondere auf das früher erwähnte Wahlvermögen der Narben, ist aber anzunehmen, daß die chemische Zusammensetzung bei verschiedenen Arten in wesentlichen Dingen abweicht.

Der nächste äußerlich sichtbare Erfolg der Aufnahme von Narbenflüssigkeit in die Pollenzelle ist das Hervordrängen der zarten, wachstumsfähigen inneren Schicht der Pollenzellhaut in Form eines Schlauches und zwar durch die Austrittsstellen, welche an der äußeren schalenförmigen Schicht derselben Pollenzellhaut vorgebildet sind. Der Bau dieser Austrittsstellen wurde auf S. 102 eingehend geschildert, hier ist nur zu bemerken, daß durch jede der vorgebildeten Austrittsstellen ein Schlauch hervortreiben kann. Aus Pollenzellen mit mehreren Austrittsstellen, welche man in eine eigens zubereitete Zuckerlösung eingelegt hat, sieht man nahezu gleichzeitig nach mehreren Richtungen Pollenschläuche hervorwachsen; wenn aber dieselben Pollenzellen auf einem entsprechenden frischen Narbengewebe haften, so geht nur aus

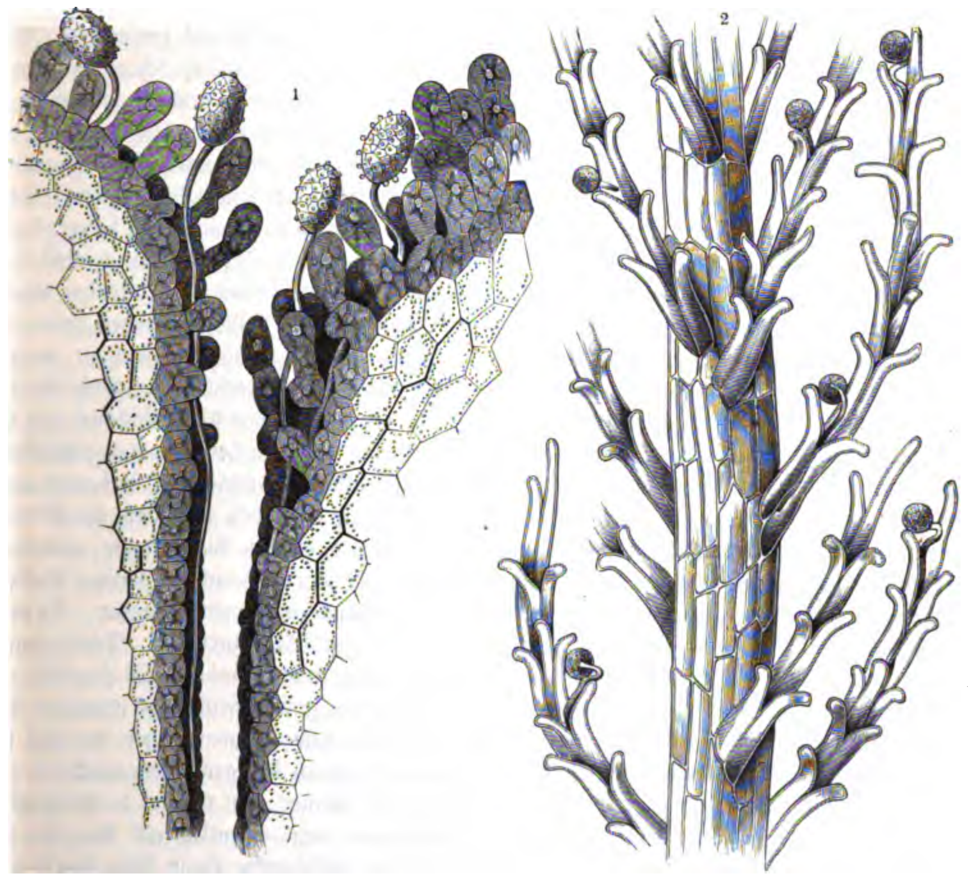
einer einzigen Austrittsstelle ein Pollenschlauch hervor. Der Schlauch, welcher den gesamten protoplasmatischen Inhalt der Pollenzelle, beziehentlich das ganze Spermatoplasma derselben enthält, verläßt nun in raschem Wachstume die Hülle, welche von der äußeren Schale der Pollenzelle gebildet wird, und läßt diese als eine tote, ausgeleerte Hülse zurück. Alsbald nach dem Hervortreten aus der Austrittsöffnung zeigt er einen Querdurchmesser, welcher jenem der verlassenen Hülse der Pollenzelle meistens gleichkommt, und einen Längendurchmesser, welcher jenen dieser Hülse um das Vielfache übertrifft. Selbstverständlich kann diese Vergrößerung und dieses Wachstum nur auf Kosten der von dem Narbengewebe herstammenden flüssigen Stoffe erfolgen, und das Verhältnis, in welchem der Pollenschlauch zu dem Gewebe der Narbe steht, ist jetzt nicht unähnlich demjenigen, welches der aus einer Spore hervorgegangene Mycelfaden eines schmarotzenden Schimmelpilzes zu seiner Wirtpflanze zeigt. Auch insofern besteht eine auffallende Ähnlichkeit des Pollenschlauches mit einem solchen Mycelfaden, als beide die Fähigkeit besitzen, in das unterliegende Gewebe einzudringen und sich durch dasselbe auf weite Strecken hin den Weg zu bahnen.

Dieses Wegbahnen ist jedenfalls einer der merkwürdigsten Vorgänge im Leben der Pflanze und hat von jeher gerechtes Erstaunen bei allen Beobachtern hervorgerufen. Das Ziel, welches der Pollenschlauch erreichen soll, ist die zu befruchtende Samenanlage, welche bei den bedecktsamigen Pflanzen oder Angiospermeen in dem Gehäuse des Fruchtknotens geborgen ist. Mag nun die Narbe unmittelbar dem Fruchtknoten aufsitzen, oder mag zwischen sie und dem Fruchtknoten ein Griffel eingeschaltet sein, stets ist die Entfernung von der Narbe bis zu den Samenanlagen eine im Verhältnisse zur Größe des Pollenschlauches bedeutende zu nennen, und, was das Wichtigste ist, der Weg führt nicht immer, wie früher geglaubt wurde, durch einen offenen Kanal, sondern in den meisten Fällen durch geschlossene Zellen und geschlossenes Gewebe. Allerdings sind es ganz bestimmte Zellen und Zellenreihen, an welche sich der Pollenschlauch hält, und von denen man annimmt, daß sie ihn führen und leiten, aber die Erscheinung wird dadurch nur noch rätselhafter, weil nun auch noch die Frage auftaucht, in welcher Weise diese Zellen befähigt sind, den Pollenschlauch zu seinem Ziele hinzulenken.

Aus den bisherigen Untersuchungen hat sich ergeben, daß **für die Wanderung des Pollenschlauches, beziehentlich des Spermatoplasmas von dem oberflächlichen Narbengewebe bis zur Samenanlage in der Höhlung des Fruchtknotens verschiedene Wege bestehen.** Am einfachsten und der Vorstellung, welche man früher von diesem Vorgange hatte, am meisten entsprechend ist die Wanderung des Pollenschlauches durch einen wirklichen Griffelkanal, wie sie bei der Türkenbundlilie (Lilium Martagon; s. Abbildung, S. 403, Fig. 1) beobachtet wird. Wenn man den säulenförmigen Griffel dieser Lilienart quer durchschneidet, so zeigt sich, daß hier ein dreiseitiger Kanal vorhanden ist, welcher sich in der Richtung zum Fruchtknoten verengert, gegen die Narbe zu trichterförmig erweitert und mit einer dreistrahligen Spalte mündet. In der Umgebung dieser Mündung befinden sich zahlreiche kolbenförmige Papillen, durch welche die Pollenzellen festgehalten und zur Entwickelung der Pollenschläuche veranlaßt werden. Die Spitzen der Pollenschläuche wenden sich ausnahmslos der trichterförmigen Vertiefung zu und schmiegen sich bei ihrem Weiterwachsen den Zellen an, welche den Griffelkanal auskleiden. Diese sind zur Zeit des Eindringens der Pollenschläuche stets zu Schleim verquollen, und die Pollenschläuche wachsen daher hier in einem die Wände des Griffelkanales bekleidenden Schleime in die Fächer des Fruchtknotens zu den Samenanlagen hinab.

Wie ganz anders erfolgt dagegen die Wanderung des Pollenschlauches bei den Gräsern, für welche hier als Vorbild das Raigras (Arrhenatherum elatius; s. Abbildung, S. 403,

Fig. 2) gewählt sein mag. Von dem kugeligen Fruchtknoten gehen bei dieser Pflanze zwei in sanften Bogen auswärts gekrümmte Gebilde aus, welche die Gestalt kleiner Federn haben, und die von den Botanikern als Narben beschrieben werden. Die Spindel dieser kleinen Federn besteht aus saftreichen, farblosen, langgestreckten Zellen; auch die dem Barte der Feder entsprechenden zarten Fäden bestehen aus solchen Zellen. Diese sind einer Schraubenlinie entsprechend aneinander gereiht, zeigen die sogenannte Eindrittelstellung und sind



Entwickelung der Pollenschläuche: 1. Längsschnitt durch die Narbe und den oberen Teil des Griffels der Türkenbundlilie (Lilium Martagon). Aus den Pollenzellen, die an den Narbenpapillen haften, haben sich Pollenschläuche entwickelt, welche durch die verschleimten Zellen des Griffelkanales abwärts wachsen. (Nach Dodel-Port.) — 2. Ausschnitt der federförmigen Narbe des Raigrases (Arrhenatherum elatius). Aus den Pollenzellen, welche an den papillenförmigen Enden der Narbenzellen haften, haben sich Pollenschläuche entwickelt, deren fortwachsende Spitze die Scheidewände benachbarter Narbenzellen spaltet und in die gebildete Spalte eindringt. — Fig. 1: 110fach, Fig. 2: 170fach vergrößert. Vgl. Text, S. 402—404.

mit ihren freien Enden unter einem stumpfen Winkel seitlich abgebogen, so daß diese Enden als zarte Papillen erscheinen. Weder in dem Federbarte, noch in der Spindel desselben ist ein Kanal oder ein Zwischenzellengang zu bemerken; die Zellen schließen lückenlos aneinander, und der Pollenschlauch, welcher dieses Gewebe durchdringen wollte, müßte sich zuvor aus eigener Kraft den Weg bahnen. Das ist auch in der That der Fall. Die durch den Wind herbeigetragenen glatten Zellen des stäubenden Pollens bleiben an dem zarten Federbarte hängen und erscheinen ausnahmslos den papillenartigen vorspringenden Enden der feinen Fäden angeschmiegt (s. obenstehende Abbildung, Fig. 2). Die Papillen sind prall und ihre Wandung mit einer ungemein zarten Cuticula überzogen. Kurze Zeit, nachdem sich an dieser

oder jener Papille eine Pollenzelle angelegt hat, tritt aus der einzigen Austrittsstelle, welche diese Pollenzelle besitzt, der Pollenschlauch hervor. Mag nun die Austrittsstelle der Papille zugewendet oder von ihr abgewendet sein, stets richtet sich die Spitze des hervorwachsenden Schlauches gegen den Winkel, welchen die zunächst liegende Papille mit der Achse des Fadens bildet, wobei oft die seltsamsten Krümmungen stattfinden. Überraschend ist es zu sehen, wie insbesondere jene Pollenschläuche, die aus einer von der Papille abgewendeten Austrittsöffnung der Pollenzelle hervorkommen, sich durch die umgebende Luft in Form eines Halbbogens oder mitunter in Form einer U-förmigen Schlinge diesem Winkel zuwenden. Bisweilen kommt es auch vor, daß sich der Pollenschlauch um eine der Papillen schraubenförmig herumwindet. Das wunderbarste aber ist, daß die Spitze des Pollenschlauches, sobald sie in dem erwähnten Winkel angelangt ist, zwischen die festverbundenen Zellen hineinwächst, die Scheidewände der benachbarten Zellen spaltet und sich gewissermaßen einen Zwischenzellengang ausweitet, durch welchen dann der ganze Pollenschlauch gleich einem Wurme fortkriecht. Auch im Zellgewebe der Narbenspindel wandert der Pollenschlauch durch einen von seiner Spitze geschaffenen Zwischenzellengang, bis er endlich die Samenanlage im Fruchtknoten erreicht hat.

Bei den Gräsern ist also im Bereiche der Narben keine Spur eines vorgebildeten Kanales zu sehen, ebensowenig zeigen die Zellen, deren Wände von den Pollenschläuchen gespalten werden, irgend eine äußerlich wahrnehmbare Verschiedenheit gegenüber denjenigen, welche von den Pollenschläuchen unberührt bleiben. In dieser Beziehung unterscheiden sich die Gräser von jenen zahlreichen anderen Gewächsen, die für den einwandernden Pollenschlauch das sogenannte leitende Gewebe vorbereitet haben, dessen Zellen von den benachbarten auffallend abweichen. Der Griffel, durch welchen der Pollenschlauch hindurchwachsen soll, hat zwar auch hier keinen vorgebildeten offenen Kanal, aber durch die Mitte desselben zieht doch ein Strang aus reihenweise angeordneten, langgestreckten Zellen mit gequollenen Wandungen, und diese Wandungen sind es, welche durch die Spitze des von der Narbe herabwachsenden Pollenschlauches gespalten und zu einem Wege für den Pollenschlauch ausgeweitet werden. So verhält es sich beispielsweise bei den Nachtschattengewächsen und Skrofularineen. Das leitende Gewebe ist übrigens in vielen Fällen von der Umgebung nichts weniger als deutlich abgegrenzt, und es ist dann sozusagen die ganze Narbe und der ganze Griffel als leitendes Gewebe aufzufassen, wie das z. B. bei den Orchideen, Cistrosen und Sonnenröschen der Fall ist.

Eine merkwürdige Ausbildung ist bei den Nopalen, zumal den großblütigen Arten der Gattung Cereus, beobachtet worden. Dort ist zwar ein dünner, den Griffel durchsetzender Kanal vorhanden, indessen dient er den Pollenschläuchen nicht eigentlich als Weg in die Fruchtknotenhöhle. Die Pollenschläuche bahnen sich hier selbständig ihren Weg durch das den Griffelkanal auskleidende Gewebe, woraus man entnehmen mag, daß es für den Pollenschlauch von Vorteil ist, wenn er auf seiner Wanderung den selbstgeschaffenen Gang vollständig ausfüllt und in ihm förmlich eingepferchts ist.

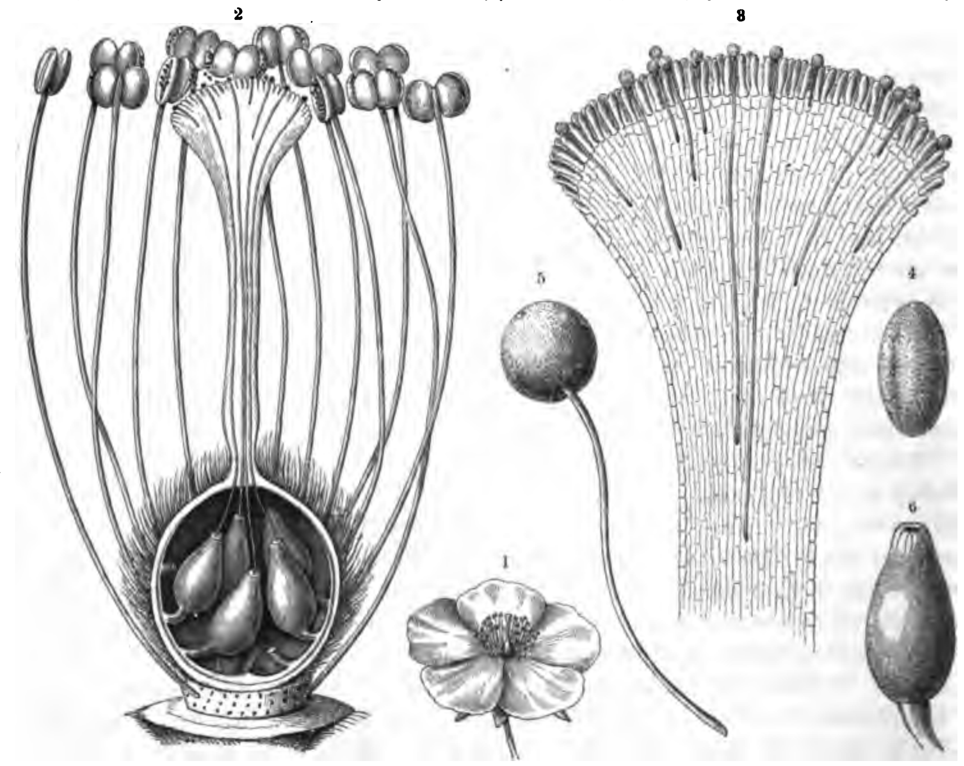
Wieder auf eine andere Art wird die Wanderung der Pollenschläuche von der Narbe abwärts zur Fruchtknotenhöhle bei den Malvaceen und den meisten Nelkengewächsen ausgeführt. Die Narben haben hier eine entfernte Ähnlichkeit mit denen der Gräser. Von der Oberfläche eines vielzelligen, langgestreckten, dem freien Auge als Faden erscheinenden Gewebekörpers erheben sich lange, cylindrische, glashelle, ungemein zarte Zellen, an welche der Pollen durch Vermittelung der Insekten angeheftet wird. Alsbald nach dieser Anheftung treibt aus jeder Pollenzelle, und zwar immer nur aus einer der zahlreichen Austrittsstellen, der Pollenschlauch hervor, seine Spitze legt sich an die Wand einer glashellen Narbenzelle an und löst diese an der Berührungsstelle auf. Der ganze Pollenschlauch schlüpft nun durch die gebildete Öffnung in den Innenraum der betreffenden Narbenzelle und strebt weiterwachsend dem Gewebekörper zu, welcher die glashellen Narbenzellen trägt. Über das Verhalten des

Pollenschlauches im Inneren dieser glashellen Narbenzellen sind Erfahrungen veröffentlicht worden, welche man, würden sie nicht von den gewissenhaftesten Beobachtern herrühren, kaum für glaubhaft halten möchte. An dem Raden (Agrostemma Githago) wurde z. B. gesehen, daß der in die Narbenzelle eingedrungene Pollenschlauch bei seinem Weiterwachsen mitunter eine falsche Richtung einschlägt, d. h. daß er nicht sofort nach dem Eindringen die Richtung gegen die Samenanlage einhält, sondern anfänglich in entgegengesetzter Richtung weiterwächst. In solchen Fällen findet aber stets eine Umkehr statt, und es dauert nicht lange, bis die Spitze des Pollenschlauches die zur Samenanlage führende Richtung gefunden hat, sich nun dem Gewebekörper zuwendet, welcher die glashellen Narbenzellen trägt, und hier, die Zellwände spaltend und sich einen Zwischenzellengang ausweitend, bis zur Höhlung des Fruchtknotens vordringt. Bei dem Raden sowie bei einigen anderen Nelkengewächsen wird der Inhalt der glashellen Narbenzellen durch den eingedrungenen Pollenschlauch nicht vollständig verdrängt und aufgezehrt; bei den Malvaceen dagegen erfüllt der eingedrungene Pollenschlauch sogleich den ganzen Innenraum dieser Narbenzelle, und, was das merkwürdigste ist, das Spermatoplasma oder, was dasselbe sagen will, das lebendige Protoplasma des Pollenschlauches läßt bei dem Verlassen dieses Zellenraumes seine äußerst zarte Umhüllung zurück und kriecht nun ohne Zellstoffhülle durch die ausgeweiteten Zwischenzellengänge zur Fruchtknotenhöhle hinab, eine Fortbewegung, welche lebhaft an das Fortschreiten der Protoplasmamassen gewisser Schleimpilze (Myxomyceten) durch die Zwischenzellengänge im Bereiche grüner Pflanzenstengel und Blattstiele erinnert. Häufig nimmt das wandernde Spermatoplasma die Gestalt einer Keule oder eines unregelmäßig geformten Klumpens an, welcher auf seiner Wanderung mannigfaltige Umgestaltungen seines Umrisses erfährt.

Mag sich das aus der Pollenzelle herstammende Protoplasma seiner zarten Zellstoffhülle entledigt haben oder nicht, in allen Fällen ist das Ziel seiner Wanderung eine der Samenanlagen in der Höhlung des Fruchtknotens. Um dieses Ziel zu erreichen, bedarf der von der Narbe, beziehentlich von dem Griffel in den Bereich der Fruchtknotenhöhle übergetretene Pollenschlauch neuerdings einer Führung. Er hat hier eine genau bestimmte Stelle zu erreichen und eine genau bestimmte Bahn einzuhalten. Er soll zu jenem Punkte der Samenanlage gelangen, welcher unter dem Namen Keimmund oder Mikropyle bekannt ist (s. Band I, S. 604), und soll dort zu dem Gewebe geführt werden, in dessen einer Zelle das zu befruchtende Ooplasma der Befruchtung harrt. Die Mikropyle liegt aber nur in seltenen Fällen so, wie es die Abbildung auf S. 70, Fig. 3 darstellt, in der geraden Verlängerung des Weges, welchen der von der Narbe herabkommende Pollenschlauch bisher eingehalten hat. Bald ist sie der Seitenwand der Fruchtknotenhöhle, bald der Mittelsäule des Fruchtknotens zugewendet, wie z. B. bei dem Milchsterne (Ornithogalum; s. Abbildung, S. 409, Fig. 3, 4 und 5), und häufig erscheint die Samenanlage wie umgestürzt, so daß die Mikropyle dem Grunde der Fruchtknotenhöhle zusieht (s. Abbildung, S. 75, Fig. 8). Es ist hier auch der Umstand zu berücksichtigen, daß in den meisten Fällen mehrere Samenanlagen in der Höhlung eines Fruchtknotens geborgen sind, daß zu jeder Samenanlage ein Pollenschlauch hinwachsen soll, und daß daher die Wege für die gemeinschaftlich durch den Griffel herabgekommenen Pollenschläuche im Fruchtknoten auseinanderlaufen, ähnlich wie die Seitenwege, welche von einer Hauptstraße abzweigen. Man sollte nun erwarten, daß gerade für diesen wichtigsten Abschnitt des Weges, welchen die Pollenschläuche zu nehmen haben, besondere Leitungsvorrichtungen ausgebildet seien, ist aber bei näherem Zusehen sehr enttäuscht; denn nur in verhältnismäßig wenigen Fällen finden sich besondere saftstrotzende Papillen, verlängerte fadenförmige Zellen, zapfenartige Gewebekörper, Leisten und Furchen, welche die Führung der Pollenschläuche in der Fruchtknotenhöhle übernehmen. Meistens fehlen derartige Vorrichtungen gänzlich. Die Pollenschläuche kriechen entlang der Innenwand des Fruchtknotens

oder an der Wand der Mittelsäule über das Gewebe, welches die Unterlage der Samenanlage bildet, oberflächlich hin und kommen pünktlich bei der Mikropyle an. Wenn zahlreiche Samenanlagen in der Höhlung des Fruchtknotens vorhanden sind, wie beispielsweise bei dem Sonnenröschen (Helianthemum; s. untenstehende Abbildung), so laufen die Pollenschläuche, welche bisher bündelförmig gruppiert von der Narbe herabgewachsen waren, strahlenförmig auseinander, und jeder derselben steuert der Mikropyle einer anderen Samenanlage zu.

Es hat nicht an Versuchen gefehlt, die Erscheinungen, welche mit der Wanderung des Pollenschlauches von der Narbe bis zur Mikropyle verknüpft sind, zu erklären. Das Nächste,



Entwickelung der Pollenschläuche: 1. Blüte des Sonnenröschens (Helianthemum marifolium). — 2. Dieselbe Blüte; die Blumenblätter entfernt, der Fruchtknoten, der Griffel und die Narbe im Längsschnitte; die durch den Griffel bündelförmig hinabwachsenden Pollenschläuche laufen in der Fruchtknotenhöhle auseinander und jeder derselben trifft auf die Mikropyle einer Samenanlage. — 3. Die Narbe und der obere Teil des Griffels. Aus einem Teile der an den Papillen der Narbe haftenden Pollenzellen haben sich Pollenschläuche entwickelt, welche in das Gewebe des Griffels hineingewachsen sind. — 4. Trockene Pollenzelle. — 5. Befeuchtete Pollenzelle, welche einen Pollenschlauch treibt. — 6. Samenanlage. — Fig. 1 in natürlicher Größe; Fig. 2: 22fach, Fig. 3: 55fach, Fig. 4 und 5: 300fach, Fig. 6: 50fach vergrößert.

was man als Erklärungsgrund herbeizuziehen suchte, sind chemische Einflüsse, welche einerseits von dem Pollenschlauche, beziehentlich von dem Spermatoplasma ausgehen und im Gewebe der Narbe, des Griffels und des Fruchtknotens bestimmte Veränderungen veranlassen, und anderseits wieder chemische Einflüsse, welche von den Zellen der Narbe, des Griffels und des Fruchtknotens ausgehen und die Richtung des wachsenden Pollenschlauches bestimmen sollen. Was das erstere anbelangt, so stellt man sich vor, daß der Spitze des Pollenschlauches die Fähigkeit zukomme, die Wandung der Zellen, in welche das Eindringen erfolgen soll, an der Berührungsstelle aufzulösen, und daß auch die Spaltung der Zellwände und das Ausweiten der gebildeten Spalten zu einem Zwischenzellengange auf eine Lösung der sogenannten Mittellamelle zurückzuführen sei.

Die Wirkung der Gase und Flüssigkeiten auf die Richtung des wachsenden Pollenschlauches könnte entweder als Abstoßung oder als Anziehung gedacht werden. Es wurde beobachtet, daß sich die Pollenschläuche, welche aus den in Zuckerlösung unter einem Deckglase eingelegten Pollenzellen hervorwuchsen, anfänglich dem Rande der Zuckerlösung und des Deckglases zuwendeten, sich aber sofort zurückkrümmten, sobald sie in die unmittelbare Nähe der angrenzenden atmosphärischen Luft gelangten. Man glaubt daraus den Schluß ziehen zu können, daß die wachsende Spitze des Pollenschlauches der atmosphärischen Luft, beziehentlich dem Sauerstoffe derselben ausweiche. Diese Abneigung gegen die atmosphärische Luft wäre aber gleichbedeutend mit einer Zuneigung zu der Zuckerlösung, und so könnte man sich vorstellen, daß auch die Abneigung des auf der Narbenoberfläche wachsenden Pollenschlauches gegen die atmosphärische Luft eine Zuneigung zu dem saftreichen Gewebe des Griffels und ein Hineinwachsen des Pollenschlauches in dieses Gewebe zur Folge habe.

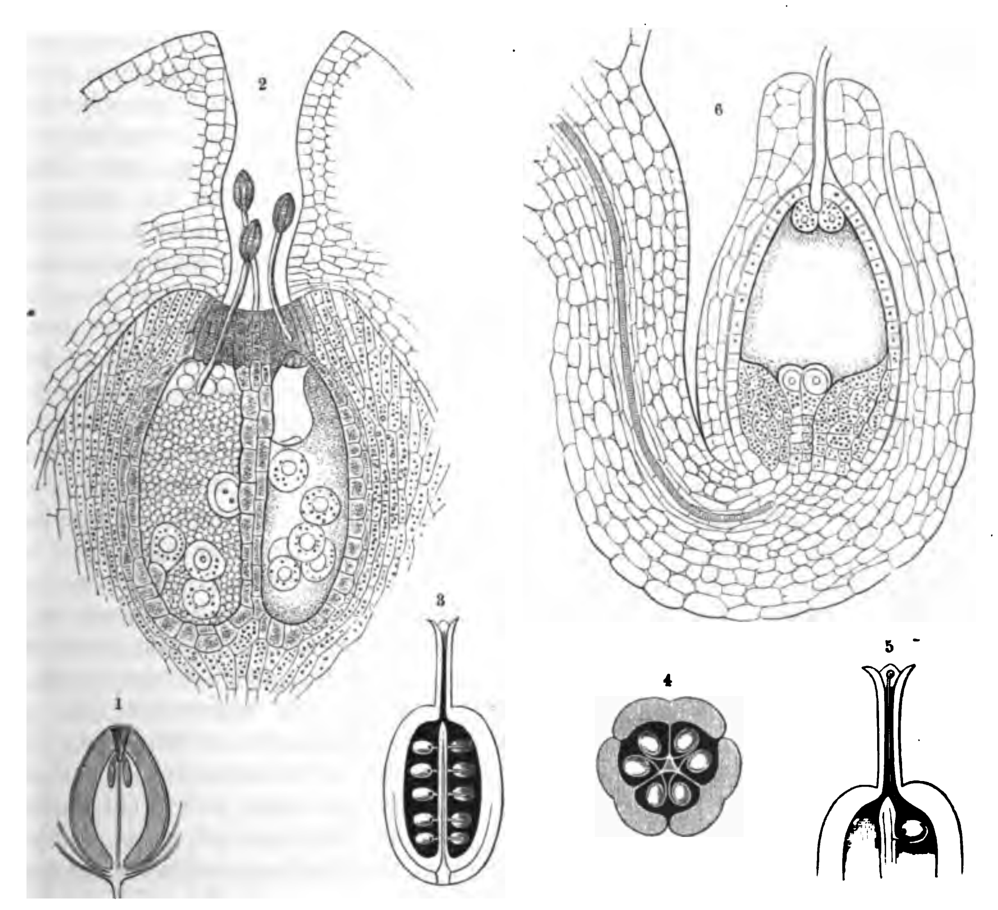
Die Wirkung flüssiger, von der Frucht- und Samenanlage ausgeschiedener Stoffe könnte man sich ungefähr so vorstellen wie jene, von welcher bei Schilderung des Befruchtungsvorganges der Farne auf S. 63 die Rede war; indessen tritt hier ein wesentlicher Unterschied insofern hervor, daß bei den Farnen die Wanderung der Spermatozoiden, beziehentlich des Spermatoplasmas durch Tau- und Regenwasser erfolgt, was bei den Phanerogamen nicht der Fall ist. Wo der Pollenschlauch mit verschleimenden Zellen in Berührung kommt, oder wo er über Zellen hinkriecht, welche mit einer flüssigen Schicht überzogen sind, da kann man sich denken, daß die Richtung der Pollenschlauchspitze durch flüssige Stoffe beeinflußt werde, daß insbesondere eine Anziehung erfolge; aber dort, wo der Pollenschlauch durch die in der Fruchtknotenhöhle befindliche Luft wächst, müßte man geradezu eine Fernwirkung der in Rede stehenden Stoffe voraussetzen. Es darf hier wohl auf die schon bei früherer Gelegenheit mitgeteilte Beobachtung (s. S. 386) hingewiesen werden, daß bei mehreren kleistogamen Blüten die in den Antherenfächern austreibenden Pollenschläuche sich einen Weg durch die der Narbe zugewendete Antherenwand bahnen, ohne Umschweife durch die Luftschicht zur Narbe hinwachsen und von da weiterhin in die Höhlung des Fruchtknotens zu den Samenanlagen vordringen. Auch darf nicht unerwähnt bleiben, daß bei den Gräsern das Eindringen der Pollenschläuche in das geschlossene Gewebe der Narbe so rasch erfolgt, daß an eine vorhergehende Auflösung des Zellstoffes der sogenannten Mittellamelle durch die Pollenschlauchspitze nicht zu denken ist. Dieser Vorgang macht weit mehr den Eindruck, als ob eine mechanische Trennung und eine nachfolgende Erweiterung der in der Zellwand gebildeten Kluft durch die kräftig fortwachsende Spitze des Pollenschlauches stattfinden würde.

Übrigens ist weder der Nachweis der Anziehung des Pollenschlauches durch bestimmte ausgeschiedene Stoffe noch jener der Auflösung oder mechanischen Spaltung einer Zellstoffwand durch die Pollenschlauchspitze eine Erklärung, sondern nur eine erweiterte Schilderung der Vorgänge. Der Anstoß zu diesen Vorgängen, die letzte Ursache der Anziehung und Abstoßung, der Grund, warum die anziehenden und abstoßenden Kräfte gerade in demjenigen Zeitpunkte zur Geltung kommen, welcher für den Erfolg der Befruchtung der geeignetste ist, entzieht sich der Erklärung, oder besser gesagt, der Naturforscher ist in diesem sowie in so vielen anderen Fällen darauf angewiesen, Hypothesen aufzubauen, um für die beobachteten Thatsachen wenigstens den Schein einer Erklärung geben zu können. Wenn die Wanderung des Spermatoplasmas zu dem Ooplasma mit der Ausscheidung bestimmter Stoffe aus bestimmten Zellen der Frucht- und Samenanlage in Zusammenhang gebracht und als Anziehung beschrieben wird, wenn weiterhin als Grund dieser Anziehung eine frei gewordene Molekularkraft vorausgesetzt wird so ist das eben nur eine Hypothese. Es genügt in dieser Beziehung in Erinnerung zu bringen, daß der molekulare Aufbau der chemischen Verbindungen sinnlich nicht wahrnehmbar, daß

die Annahme von Molekülen selbst eine Hypothese, und daß das Wesen der molekularen Kräfte völlig unbekannt ist. Für die früher erwähnte Fernwirkung könnten übrigens jene Naturkräfte, welche unter dem Namen Molekularkräfte in die Wissenschaft eingeführt wurden, ohnedies nicht herbeigezogen werden. Ebensowenig ist es mit Rücksicht auf die in Rede stehenden Erscheinungen statthaft, von jenen Naturkräften zu sprechen, welche man als Massenanziehung oder Gravitation und als magnetische Kraft zu bezeichnen pflegt. Nachdem aber alle jene Naturkräfte, welche zur Erklärung der Erscheinungen von der fortschreitenden Naturwissenschaft nach und nach eingeführt wurden, hier nicht ausreichen, so liegt die Notwendigkeit vor, noch eine weitere Naturkraft anzunehmen, welche im Hinblicke auf den Umstand, daß ihre Wirkungen nur am lebendigen Protoplasma wahrgenommen werden, am passendsten den Namen Lebenskraft führt (s. Band I, S. 49). Über das Wesen derselben wissen wir nicht mehr und nicht weniger als über die anderen zur Erklärung der Erscheinungen angenommenen Naturkräfte, und wir kennen eigentlich nur die Wirkungen derselben. Die Lebenskraft äußert sich im Rahmen der für die anderen Kräfte ermittelten Gesetze, zunächst in auffallender Weise als Anziehung und Abstoßung, und es wird Aufgabe der künftigen Forschung sein, zu ermitteln, ob sie auch nach dem Grundsatze der Erhaltung der Kraft oder Erhaltung der Energie in andere Naturkräfte umgesetzt werden kann. Wie diese anderen Kräfte ist auch die Lebenskraft als ruhende und thätige zu unterscheiden. Als thätige Kraft erscheint sie als Instinkt, welchen man seinerzeit spottweise „faule Vernunft“ genannt und damit eingestanden hat, daß zwischen Vernunft und Instinkt eine scharfe Grenze zu ziehen nicht möglich ist. Wird der Instinkt für unzählige Bewegungserscheinungen des tierischen Protoplasmas als die thätige Kraft angenommen, so kann derselbe für die entsprechenden Bewegungen des pflanzlichen Protoplasmas nicht abgelehnt werden. Wenn sich die Paarung der Flagellaten und anderer niederster Tierformen unter Einfluß des Instinktes vollzieht, so ist nicht einzusehen, warum nicht auch bei den Pflanzen die Paarung des lebendigen Spermatoplasmas mit dem lebendigen Ooplasma von dem Instinkte beherrscht sein sollte, und ich nehme daher keinen Anstand, die rätselhaften, früher geschilderten Vorgänge bei der Wanderung des Pollenschlauches zur Samenanlage auf den Instinkt zurückzuführen.

Um nun den Vorgang der Vereinigung des Spermatoplasmas mit dem Ooplasma, welcher sich im Inneren der Samenanlage abspielt, schildern zu können, ist vor allem nötig, den Aufbau der Samenanlage eingehend zu beschreiben. Diese Beschreibung wird dadurch erschwert, daß zu verschiedenen Zeiten für sehr verschiedene Dinge ein und derselbe Name in die Wissenschaft eingeführt wurde, demzufolge die Nomenklatur sehr verworren ist. Die Botaniker älterer Zeit haben die ganze Samenanlage Eichen (ovulum) genannt, und man unterschied an jedem Eichen den Kern (nucleus, nucellus) und die denselben umgebende Hülle (integumentum). Die Stelle, wo die Hülle den Kern unbedeckt läßt, wurde Keimmund (micropyle) genannt (s. Band I, S. 603 f.). In neuerer Zeit nannte man, um das nötige Einverständnis mit den Zoologen herzustellen, nur denjenigen Protoplasten, aus welchem nach erfolgter Befruchtung der Keimling hervorgeht: Ei und den Kern dieses Protoplasten: Eikern. Was die mit der Untersuchung der Befruchtungsvorgänge sich beschäftigenden Botaniker in neuerer Zeit Ei nennen, ist also nur ein winziger Teil desjenigen Gebildes, welches die Morphologen bis in die jüngste Zeit Eichen genannt haben und noch nennen, und ebenso verhält es sich mit dem Namen Eikern, worunter von den Botanikern verschiedener Richtung wesentlich verschiedene Gebilde begriffen wurden. Um Verwechselungen hintanzuhalten, empfiehlt es sich, unter solchen Umständen die Ausdrücke Ei und Eikern durch andere nicht zweideutige zu ersetzen. Um aber doch den so sehr erwünschten Einklang mit den Zoologen herzustellen, sollen im nachfolgenden dort, wo es passend erscheint, die entsprechenden Ausdrücke in Klammern beigesetzt werden.

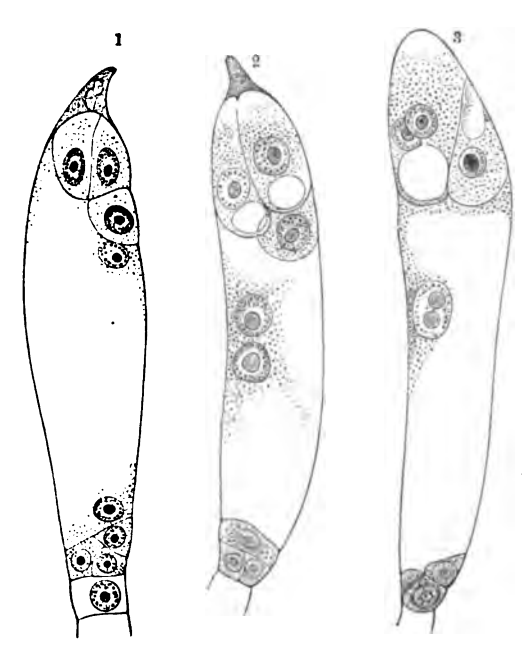
Die wichtigste Zelle im Bereiche der ganzen Samenanlage ist diejenige, welche das Ooplasma einschließt. Wir nennen sie bei den hier zunächst in Betracht kommenden **bedecktsamigen Phanerogamen (Angiospermeen)** gerade so wie bei den Kryptogamen **Oogonium**. In früherer Zeit hat man sie auch als Embryosack beschrieben. Das Oogonium der bedecktsamigen Phanerogamen ist eine der vielen Zellen desjenigen Gewebekörpers, welcher den **Kern der Samenanlage** bildet und von **Integumenten** eingehüllt wird.



Befruchtung: 1. Längsschnitt durch die Samenanlage von Ephedra. — 2. Derselbe Durchschnitt. In der Mikropyle sind Pollenzellen eingelagert, welche Pollenschläuche getrieben haben. — 3. Längsschnitt durch die Fruchtanlage von Ornithogalum nutans. — 4. Querschnitt durch dieselbe Fruchtanlage. — 5. Längsschnitt durch die Narbe, den Griffel und den obersten Teil des Fruchtknotens von Ornithogalum nutans. Von der an der Narbe haftenden Pollenzelle geht ein Pollenschlauch aus, dessen Spitze an der Mikropyle einer Samenanlage angelangt ist. — 6. Längsschnitt durch die Samenanlage von Ornithogalum. Die Spitze des Pollenschlauches hat sich durch die Zellenlage des Amphigoniums den Weg in das Oogonium gebahnt und berührt an der einen Seite einen Synergiden, an der anderen den Ooplasten. Der zweite Synergide ist aufgelöst. (Teilweise nach **Strasburger**.) — Fig. 1, 4, 5: 3fach, Fig. 3: 2fach, Fig. 2 und 6: 100fach vergrößert. Vgl. Text, S. 405, 411 und 413.

Sie übertrifft zur Paarungszeit alle ihre Nachbarzellen an Größe. Die viel kleineren Nachbarzellen bilden um sie eine geschlossene Hülle, welcher dieselbe Rolle zukommt, wie dem Amphigonium bei den Moosen und Farnen, und die darum auch bei den Phanerogamen am passendsten Amphigonium genannt wird. Es ist demnach das mit **Ooplasma erfüllte Oogonium von dem Amphigonium umschlossen, und dieses wird wieder von den Integumenten eingehüllt.** Die Integumente bilden keine vollständig geschlossene Hülle. Die offen gelassene Stelle ist die oft genannte **Mikropyle**. Diese bildet die Pforte,

durch welche der Pollenschlauch, beziehentlich das Spermatoplasma an das Amphigonium herantritt. Das Amphigonium wird daselbst nur aus einer einzigen Zellenlage gebildet, und unter dieser Zellenlage befindet sich das mit Ooplasma erfüllte in der untenstehenden Abbildung in drei Entwickelungsstufen dargestellte Oogonium. Das Ooplasma sondert sich in demselben schon, bevor der mit Spermatoplasma erfüllte Pollenschlauch an der Mikropyle angelangt ist, in mehrere deutlich abgegrenzte Protoplasten, von welchen jeder einen rundlichen oder ellipsoidischen Ballen darstellt. Diese Protoplasten entbehren der Haut aus Zellstoff, sind aber nichtsdestoweniger deutlich abgegrenzt. An dem der Mikropyle zugewendeten Pole oder Scheitel des Oogoniums haben sich zwei solcher Protoplasten ausgebildet, welche den Namen Gehilfen oder Synergiden führen. Anschließend an die Synergiden ist im Scheitel des Oogoniums auch jener Protoplast entstanden, welcher den Ausgangspunkt für den Keimling oder Embryo bilden soll und dementsprechend als **Embryoplast** vorgeführt sein mag. An dem gegenüberliegenden Pole, welchen man als Grund des Oogoniums anspricht, sind 2 oder 3 Protoplasten entstanden, welche den Namen Gegenfüßler oder Antipoden führen. Überdies hat sich noch ein Protoplast mit einem deutlichen Kerne über den Antipoden und einer unter dem Embryoplasten ausgebildet. Diese beiden rücken später in die Mitte des Oogoniums, ihre Kerne verschmelzen dort miteinander und bilden den Anfang zu jenem Gewebe, welches mit dem Dotter des tierischen Eies verglichen werden könnte.



Oogonium oder Embryosack von Monotropa in drei Entwickelungsstadien (Fig. 1, 2, 3). In jedem derselben sind, in der Reihenfolge von oben nach unten zu sehen: die Synergiden, der Embryoplast, der obere Polkern, der untere Polkern, die Antipoden. Vgl. Text, S. 415.

Sowohl der Embryoplast (Ei) als auch die Synergiden enthalten eine Vakuole, welche aber weder mit Luft noch mit wässeriger Flüssigkeit, sondern mit Plasma erfüllt ist, allerdings mit einem Plasma, das von der Umgebung verschieden sein muß, weil es sich von diesem deutlich abgegrenzt zeigt. In den Synergiden findet sich diese Vakuole in der vom Scheitel des Oogoniums abgewendeten, im Embryoplasten (Ei) in der dem Scheitel zugewendeten Hälfte (s. obenstehende Abbildung, Fig. 2 und 3). Ebenso enthält jeder dieser Protoplasten einen Kern, von dessen Baue die bei anderer Gelegenheit gegebene Schilderung und Abbildung (s. Band I, S. 542) eine ungefähre Vorstellung zu geben im stande ist. Die Synergiden enthalten den Kern in der dem Scheitel des Oogoniums zugewendeten, der Embryoplast in der vom Scheitel des Oogoniums abgewendeten Hälfte. Der Kern des Embryoplasten wurde ehemals Keimbläschen und wird, wie schon oben erwähnt wurde, jetzt **Eikern** genannt. Bisweilen ist dieser Kern so umfangreich, daß das übrige Protoplasma nur eine schwache Hülle desselben bildet.

Das Spermatoplasma, welches die Pollenzelle erfüllt, sondert sich in zwei getrennte Protoplasten, deren jeder einen Kern enthält. Diese Kerne, welche **Spermakerne** heißen, weichen sowohl in der Größe als auch im Baue voneinander ab. Der eine macht den Eindruck eines grobfädigen Knäuels, der andere wird von einem zarten Fadennetze gebildet. Da

ermittelt wurde, daß der letztere an dem Befruchtungsvorgange nur mittelbar beteiligt ist, und daß ihm die Aufgabe zufällt, Nährstoffe für andere Gebilde zu liefern, so wurde er vegetativer Spermakern genannt, während man den an dem Befruchtungsvorgange unmittelbar beteiligten als generativen Spermakern angesprochen hat. Der letztere teilt sich in den meisten Fällen, und es sind dann zwei generative und ein vegetativer Spermakern vorhanden. Die Bildung dieser Spermakerne erfolgt schon im Inneren der Pollenzelle, noch vor dem Austritte des Pollenschlauches. In dem zur Fruchtknotenhöhle vordringenden Schlauche sieht man sie dicht hinter der fortwachsenden Spitze, und selbst dann, wenn der Pollenschlauch die Mikropyle erreicht hat und in sie eingedrungen ist, sind die beiden generativen Spermakerne noch deutlich zu erkennen. Der vegetative dagegen ist inzwischen schon aufgelöst und verbraucht worden.

Nachdem die Spitze des Pollenschlauches die Pforte der Mikropyle passiert hat, trifft sie auf die Zellenlage des Amphigoniums, bahnt sich durch diese, ähnlich wie durch das Narben- und Griffelgewebe, einen Weg und gelangt so an den Scheitel des Oogoniums. Hier wird sie von den Synergiden empfangen, welche bei der Annäherung des Pollenschlauches merkwürdige Veränderungen erfahren. Wenn die Pollenschlauchspitze an dem Scheitel des Oogoniums angelangt ist, stellt sich an dem der Mikropyle zugewendeten Teile jedes Synergiden eine Längsstreifung ein, und es bildet sich dort eine Kappe aus, von welcher flüssige Stoffe ausgeschieden werden. Auch zieht sich das Protoplasma der Synergiden zusammen und wird stark lichtbrechend. Diese Veränderungen stehen ohne Zweifel mit der Aufgabe der Synergiden, das Spermatoplasma des Pollenschlauches zu den Embryoplasten hinzuleiten, im Zusammenhange. Durch die von den Synergiden ausgeschiedenen Stoffe wird nämlich die zarte Zellhaut des Oogoniums aufgelöst, und durch die Zusammenziehung der Synergiden soll für das Spermatoplasma ein Weg zu den Embryoplasten geschaffen werden. In manchen Fällen beschränkt sich übrigens die Veränderung nicht nur auf die Zusammenziehung, sondern es erfolgt eine förmliche Auflösung der Synergiden. Bei Ornithogalum z. B. werden die Umrisse eines der beiden Synergiden verschwommen, und alsbald ist der ganze Synergide verschwunden. Dann sieht man am Scheitel des Oogoniums nur noch einen Synergiden dicht neben dem Embryoplasten, wie es die Abbildung auf S. 409, Fig. 1, zur Anschauung bringt.

Sobald der Pollenschlauch an die den Scheitel des Oogoniums erfüllenden Protoplasten herangetreten ist, wird seine Zellhaut an der Berührungsstelle aufgelöst oder doch so verändert, daß sie dem Durchtritte des Spermatoplasmas kein Hindernis mehr entgegensetzt. Der größere Teil des Spermatoplasmas verläßt jetzt thatsächlich den Pollenschlauch, welcher bisher zu dessen Führung gedient hat, folgt der durch die eben erwähnten Veränderungen der Synergiden gebildeten Bahn und gelangt so zu dem Embryoplasten. Zugleich werden die beiden Spermakerne, welche in der Spitze des Pollenschlauches eingebettet waren, zu dem Embryoplasten (Ei) hingeleitet. Der Embryoplast übernimmt nun denjenigen Spermakern, welcher bei der Wanderung vorausgegangen ist. Der zweite scheint die Bedeutung eines Reservekernes zu haben und nur dann an die Reihe zu kommen, wenn der erste die zur Befruchtung nötigen Fähigkeiten nicht besitzen sollte. Übrigens hat man auch beobachtet, daß von den Embryoplasten beide Spermakerne aufgenommen wurden, was möglicherweise mit der Zwillingsbildung im Zusammenhange stehen könnte. Die Aufnahme des Spermakernes von seiten des Embryoplasten vollzieht sich in folgender Weise. Der Spermakern tritt seitlich an den Embryoplasten heran, dringt in diesen ein und nähert sich dem im unteren Teile des Embryoplasten eingelagerten Eikerne. Beide Kerne legen sich aneinander, verschmelzen zu einem einzigen Kerne, und hiermit ist die so wichtige Befruchtung vollzogen. Welche Rolle in diesem letzten Augenblicke das Protoplasma des Embryoplasten spielt, zumal ob dasselbe eine anziehende Wirkung auf den Spermakern ausübt, ist schwer zu entscheiden. Ebenso dürfte es schwierig sein, zu ermitteln, wie sich das

an den Embryoplasten angelagerte Spermatoplasma verhält, nachdem der Spermakern dasselbe verlassen hat. Eine Verschmelzung desselben mit dem Embryoplasten scheint nicht stattzufinden, und es wird angenommen, daß dieses Plasma nur zur Ernährung des befruchteten Eikernes diene. Ebenso glaubt man annehmen zu können, daß der zweite zur Befruchtung nicht verwendete Spermakern sowie die noch vorhandenen Reste der Synergiden zur Ernährung des befruchteten Eikernes Verwendung finden. Es ist aber auch nicht ausgeschlossen, daß andere Teile der Samenanlage, welche nach erfolgter Befruchtung rasch heranwachsen, von diesem verfügbaren Protoplasma Nutzen ziehen, und einige Thatsachen, auf welche später bei Besprechung des Entstehens der Bastarte zurückzukommen sein wird, scheinen dafür zu sprechen, daß von dem in die Frucht- und Samenanlage eingeführten Spermatoplasma auch, nachdem es sich des einen Spermakernes entledigt hat, ein formändernder Einfluß auf die Umgebung ausgeübt wird, mit anderen Worten, daß durch die Aufnahme dieses Spermatoplasmas die betreffenden Zellen angeregt werden, sich anders auszugestalten, als es ohne dieser Aufnahme geschehen sein würde.

Nachdem die Verschmelzung des Spermakernes mit dem Eikerne erfolgt ist, umgibt sich der Embryoplast (Ei) mit einer Haut aus Zellstoff. Die so gebildete Zelle nennt man Keimzelle; der Kern inmitten des protoplasmatischen Inhaltes dieser Zelle heißt Keimkern.

Es braucht wohl nicht besonders hervorgehoben zu werden, daß die Schilderung, welche hier von der Befruchtung der bedecktsamigen Phanerogamen gegeben wurde, keine erschöpfende ist, und daß die bisherigen Untersuchungen in einzelnen Fällen manche kleine Abweichungen ergeben haben. In der Hauptsache aber ist die gegebene Darstellung gewiß richtig, und es ist auch nicht zu erwarten, daß infolge künftiger ausgedehnterer Untersuchungen irgend welche erhebliche Unterschiede gefunden werden.

In mehrfacher Beziehung abweichend ist dagegen die Befruchtung der nacktsamigen Phanerogamen (Gymnospermeen), unter welchem Namen man die Cykadeen, Koniferen und Gnetaceen zusammenfaßt. Die Blüten dieser Gewächse entwickeln Pollenblätter mit Antheren, und es entstehen in den Fächern der Antheren Pollenzellen in derselben Weise wie bei den bedecktsamigen Phanerogamen; aber die Fruchtanlage zeigt in ihrem Aufbau eine unleugbare Ähnlichkeit mit jener gewisser Kryptogamen, zumal der Moose und Farne. Dieses Verhältnis gewinnt an Bedeutung, wenn man sich erinnert, daß die Befruchtung der Kryptogamen unter Wasser, jene der Phanerogamen an der Luft erfolgt (s. S. 67). Das in Spermatozoiden geteilte Spermatoplasma der Kryptogamen wird aus den Antheridien entlassen und kann nur schwimmend die Fruchtanlage erreichen; es bedarf bei dieser Wanderung keiner schützenden Hüllen aus Zellstoff, ja es würde eine solche Hülle im Wasser nur einen Hemmschuh bilden. Anders bei den in der Luft sich befruchtenden Phanerogamen. Da ist für das Spermatoplasma die Hülle aus Zellstoff von größter Wichtigkeit. Eingeschlossen in dieser Hülle kann dasselbe weite Wanderungen durch den trockensten Luftraum ausführen, ohne Schaden zu leiden, und überdies dient dann die Hülle in Form des Pollenschlauches als ein sicheres, wegbahnendes Gefährt, welches erst dann sich öffnet und sein Spermatoplasma mitsamt den Spermakernen entläßt, wenn das Ziel der Wanderung, das ist die Samenanlage, erreicht ist. Diese letztere mag in ihrem Aufbaue an die Fruchtanlage der Moose und Farne erinnern, das Wichtigste ist doch immer, daß bei den nacktsamigen Gewächsen das Spermatoplasma mittels eines Schlauches aus Zellstoff zu jenen Stellen hingeleitet wird, wo die Vereinigung mit dem Ooplasma erfolgen soll. In diesem Punkte stimmen aber die Cykadeen, Koniferen und Gnetaceen mit den bedecktsamigen Phanerogamen überein und sind dem entsprechend auch als Phanerogamen anzusprechen.

Jede Samenanlage birgt bei den nacktsamigen Phanerogamen (Gymnospermeen) 2—15 mit Ooplasma erfüllte Zellen, welche Oogonien genannt werden. Dieselben bilden sich stets in dem oberen Teile jenes Gewebekörpers aus, welcher als Kern der Samenanlage erscheint, und dieser Gewebekörper wird von einer vielzelligen Hülle, dem Integument, mantelförmig umgeben. Die Stelle, wo das mantelförmige Integument den Kern der Samenanlage unbedeckt läßt, und die manchmal nur eine seichte, grubenförmige Vertiefung, meistens aber einen tiefen Trichter darstellt (s. Abbildung, S. 409, Fig. 1, und S. 70, Fig. 8), wird so wie bei den bedecktsamigen Phanerogamen Mikropyle geheißen. Die Oogonien entwickeln sich verhältnismäßig spät. Es ist nachgewiesen, daß sie bei den meisten Arten erst dann entstehen, wenn die Mikropyle bereits Pollenzellen aufgenommen hat. Die Zellen, welche den Ausgangspunkt für die Oogonien bilden, liegen stets unterhalb der Mikropyle. Jede derselben fächert sich durch Einschiebung einer Querwand in zwei Tochterzellen. Diejenige, welche der Mikropyle näher liegt, fächert sich bei manchen Arten von neuem, aber die bei dieser Gelegenheit eingeschobenen Scheidewände stehen dann immer senkrecht auf der früher erwähnten Querwand.

Bei einem Vergleiche mit der Fruchtanlage der Moose und Farne gelangt man zu dem Ergebnisse, daß die hinter der Querwand liegende Zelle, welche das zu befruchtende Ooplasma enthält und als Oogonium angesprochen wird, der Zentralzelle entspricht, und daß die vor der Querwand näher der Mikropyle liegenden Zellen den sogenannten Halszellen gleichwertig sind (s. S. 60 und 62). Der Inhalt des Oogoniums sondert sich bei einigen Arten in zwei Protoplasten, einen kleineren, welcher der unmittelbare Nachbar der Halszellen ist, und den man mit dem Namen Bauchkanalzelle bezeichnet, und einen auffallend großen, welcher als Ausgangspunkt des Embryos den Namen Embryoplast zu führen hat.

Wie schon erwähnt, enthält bei den nacktsamigen Phanerogamen jede Samenanlage mehrere Oogonien. Bei der Fichte und Kiefer zählt man deren 3—5, bei der Cypresse und dem Wachholder 5—15. Bei den ersteren sind die Oogonien durch eingeschaltete Wände aus Zellgewebe deutlich voneinander getrennt, bei den letzteren dagegen schließen die Oogonien unmittelbar aneinander und zeigen ebenso wie die über ihnen ausgebildeten Halszellen eine rosettenförmige Anordnung. Indem jene Zellen der Samenanlage, welche an die Oogonien angrenzen, wiederholt gefächert werden, entsteht eine deutlich unterscheidbare, die Oogoniengruppe einhüllende Schicht, welche als innere Wandschichte des Amphigoniums zu gelten hat. Das Zellgewebe des Amphigoniums außerhalb dieser Wand ist bei den nacktsamigen Phanerogamen sehr umfangreich und enthält reichliche Mengen von Stoffen aufgespeichert, welche späterhin, nach erfolgter Befruchtung, dem sich entwickelnden Keimlinge zu gute kommen.

Bei den bedecktsamigen Phanerogamen sind die Samenanlagen im Fruchtknotengehäuse eingeschlossen; der Pollen gelangt auf die Narbe, und die Pollenschläuche müssen durch das Gewebe der Narbe und des Griffels wachsen, um zur Samenanlage zu gelangen. Den nacktsamigen Phanerogamen fehlt das Fruchtknotengehäuse; es fehlt der Griffel, es fehlt die Narbe, und es gelangt der Pollen durch Vermittelung des Windes unmittelbar zur Mikropyle der Samenanlage. Um die Pollenzellen hier festzuhalten, sind verschiedene Einrichtungen getroffen. Die Mikropyle ist zur Zeit, wenn der Pollen ausstäubt, weit geöffnet, und die oberflächlichen Zellen sind so klebrig, daß der durch den Wind herbeigetragene, stäubende Pollen leicht an denselben anhaftet. Häufig quillt aus der Mikropyle eine helle Flüssigkeit in Form eines Tropfens hervor; an diesem Tropfen bleiben die Pollenzellen kleben, und wenn dann später der Flüssigkeitstropfen wieder eingesogen wird, so werden zugleich die angeklebten Pollenzellen in die trichterförmige Vertiefung der Mikropyle hinabgezogen. Es wird also bei den nacktsamigen Phanerogamen nicht die Narbe, sondern die Mikropyle mit Pollen belegt (s. Abbildung, S. 409, Fig. 2).

Nachdem die Belegung erfolgt ist, zieht sich die Pforte der Mikropyle zusammen, und der eingewanderte Pollen ist nun förmlich eingesperrt. Zwischen der Belegung und dem Austreiben der Pollenschläuche verstreicht bei den nacktsamigen Phanerogamen eine verhältnismäßig lange Zeit. Bei den Kiefern (Pinus) bleibt der im Mai in die Mikropyle eingewanderte Pollen den ganzen Sommer, Herbst und Winter hindurch unverändert, und erst nach einem vollen Jahre beginnt die Entwickelung der Pollenschläuche. Inzwischen sind im Inneren der Samenanlage jene Veränderungen vor sich gegangen, welche früher geschildert wurden. Im Oogonium harrt jetzt der empfängnisfähige Embryoplast auf die Ankunft des in den Pollenzellen eingeschlossenen Spermatoplasmas.

Das Spermatoplasma hat sich in der Pollenzelle in mehrere Protoplasten gesondert, wobei natürlich den Zellkernen die wichtigste Rolle zufiel. Das Ergebnis dieser Sonderung ist die Ausbildung mehrerer kleiner und eines auffallend großen Protoplasten. Ähnlich wie bei den bedecktsamigen Phanerogamen werden die ersteren im Hinblicke auf die Rolle, welche ihnen weiterhin zukommt, vegetativ, der letztere generativ genannt (s. S. 411). Das Austreiben der Pollenschläuche aus den Pollenzellen vollzieht sich zwar in derselben Weise wie bei den bedecktsamigen Phanerogamen, doch ist bei den Cykadeen, Koniferen und Gnetaceen hauptsächlich nur der generative Protoplast beteiligt; die vegetativen Protoplasten schrumpfen während der Bildung des Pollenschlauches rasch zusammen. Der Zellkern des generativen Protoplasten hält sich nahe dem fortwachsenden Ende des Pollenschlauches und erfährt dort bei den Kiefern und Tannen eine einmalige, bei den Cypressen und den Wachholdern eine wiederholte Teilung. Nach erfolgter Teilung sammelt sich das Spermatoplasma um die Tochterkerne, und man sieht dann in dem unteren Ende des Pollenschlauches zwei oder mehrere Protoplasten eingebettet. Die Kerne dieser Protoplasten sind als Spermakerne anzusprechen.

Das untere Ende des Pollenschlauches schmiegt sich nun dem inneren, von dem Integumente umschlossenen Gewebe der Samenanlage an, welches hier gewissermaßen den Boden der gruben- oder trichterförmigen Mikropyle bildet und bisweilen warzenförmig in diese vorgedrängt ist. Nicht selten findet hier eine Verbreiterung und Ausbauchung des Pollenschlauches statt, so daß dieser das warzenförmig sich erhebende Gewebe wie eine Kappe bedeckt. Von den Embryoplasten ist der Pollenschlauch jetzt noch durch die Zellenlage des Amphigoniums, die Zellhaut des Oogoniums und die Halszellen getrennt. Diese müssen noch durchsetzt werden, und es ist die Annahme gestattet, daß das auf dieselbe Weise geschieht wie bei den bedecktsamigen Phanerogamen, d. h. daß durch Auflösen und teilweises Zusammenziehen der genannten Gebilde der Weg für das Spermatoplasma gebahnt wird. So viel ist gewiß, daß der Pollenschlauch diese Gebilde leicht durchdringt und auf dem kürzesten Wege das Spermatoplasma mitsamt den Spermakernen zu den empfängnisfähigen Embryoplasten bringt. Bei den Cypressen und Wachholdern, welche zahlreiche Oogonien, beziehentlich zahlreiche Embryoplasten dicht nebeneinander ausgebildet haben, kommt es auch vor, daß an dem bauchig erweiterten Ende eines Pollenschlauches mehrere Ausstülpungen entstehen, von welchen jede zu einem Embryoplasten hinabwächst. Da bei diesen Pflanzen in jedem Pollenschlauche zahlreiche Spermakerne entstehen, so kann mittels dieser Ausstülpungen jedem der Embryoplasten ein Spermakern zugeführt werden.

Die Befruchtung oder Empfängnis erfolgt nun gerade so wie bei den bedecktsamigen Phanerogamen; die Spermakerne treten in den Embryoplasten ein, und einer derselben verschmilzt mit dem die Mitte des Embryoplasten einnehmenden Eikerne. Der andere löst sich nach einiger Zeit auf und wird so wie das ihn umgebende spärliche Spermatoplasma mutmaßlich als Nährstoff für die auswachsenden Samenanlagen verwendet. Möglicherweise kommt ihm auch die Bedeutung eines Reservekernes in dem auf S. 411 angedeuteten Sinne zu.

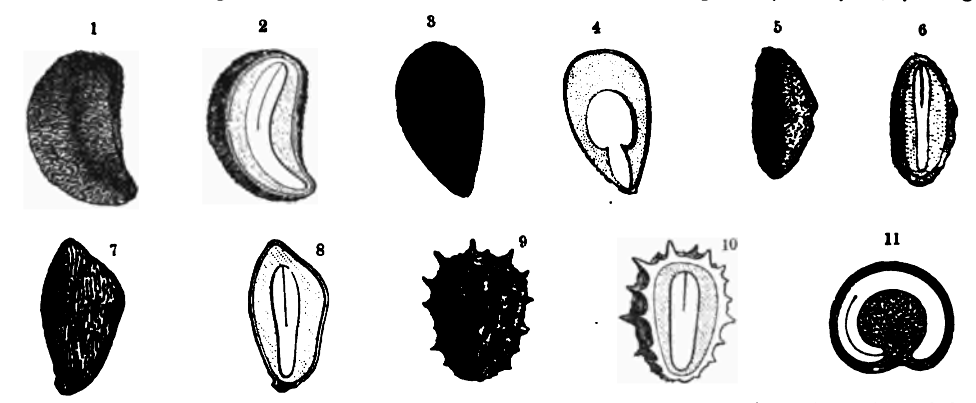
Die Entwickelung des Keimlinges oder Embryos aus der Keimzelle ist bei den bedecktsamigen und nacktsamigen Phanerogamen verschieden. Bei den ersteren verwächst die Keimzelle, nachdem ihre Haut aus Zellstoff hergestellt ist, mit dem Scheitel des Oogoniums und fächert sich nach vorhergegangener Teilung des Zellkernes durch Einschiebung einer queren Scheidewand in ein Zellenpaar. Diese Fächerung wiederholt sich, und so entsteht eine in das Oogonium hineinragende Zellenreihe. Die Endzellen dieser Reihe werden dann zum Keimlinge, die anderen zum Träger des Keimlinges. Der ausgewachsene Keimling besteht bei einigen Schmarotzerpflanzen und bei den Orchideen aus einer kleinen Zellengruppe, welche keinerlei Gegensatz von Achse und Blättern erkennen läßt; bei den meisten bedecktsamigen Phanerogamen aber erscheint er deutlich gegliedert, und man unterscheidet an ihm bereits die Anlage eines Stammes, die Anlage einer ersten Wurzel und die Anlagen von Blattgebilden (s. Abbildung, Band I, S. 559, Fig. 1 und 2). Am meisten in die Augen fallend sind die Keimblätter, welche vom Keimblattstamme ausgehen, und welche bei manchen Arten, wie z. B. bei Styphnolobium Japonicum, durch reichliches in den Zellen ausgebildetes Chlorophyll grün gefärbt sind. Bei vielen Pflanzen, so z. B. bei den Äpfeln und Mandeln, den Bohnen und Erbsen, der Kapuzinerkresse und der Wassernuß sowie bei den Eichen (s. Abbildung, Band I, S. 566, Fig. 1—6), werden die Keimblätter gedunsen, dick und prall, gestalten sich zu einem Reservestoffbehälter, liefern für die auswachsende Achse des Keimlinges die nötigen Baustoffe und füllen nachgerade den von den Integumenten umschlossenen Raum so vollständig aus, daß für andere Gebilde neben dem Keimlinge kein Platz mehr übrigbleibt. In den meisten Fällen aber sind die Keimblätter zart und dünn, und es würden die in ihnen abgelagerten Stoffe als Baustoffe für die auswachsende Achse nicht ausreichen. Dann erscheint dem Keimlinge, welcher früher oder später von der Mutterpflanze sich trennt, für die erste Zeit seiner Selbständigkeit ein Vorrat von Nährstoffen in einem besonderen Speichergewebe mitgegeben. Dieses Gewebe, dessen Zellen mit Fett und Mehl (Stärke- und Proteinkörner) vollgepfropft sind, entspricht dem Dotter im Vogeleie, und es wäre sehr wünschenswert, wenn sich die Botaniker dahin einigen könnten, dasselbe auch bei den Pflanzen Dotter zu nennen. Die mannigfaltigen Namen, welche diesem Nahrungsspeicher gegeben wurden, Endosperm, Kernmasse, Albumen, Eiweiß, Eiweißkörper &c., sind nämlich unpassend und verwirrend, weil sie in ihrem Anlaute ganz oder teilweise mit den für wesentlich andere Stoffe und Gebilde eingebürgerten und in Anwendung gebrachten Bezeichnungen übereinstimmen.

Den Ausgangspunkt für dieses dem Dotter entsprechende Speichergewebe bilden zwei schon frühzeitig im Oogonium angelegte Kerne, von welchen der eine unterhalb des Embryoplasten, der andere oberhalb der Antipoden zu sehen ist (s. Abbildung, S. 410, Fig. 1), und die man als oberen und unteren Polkern unterschieden hat. Diese beiden Kerne, um welche sich ein Teil des Protoplasmas ballt, nähern sich (s. Abbildung, S. 410, Fig. 2) und verschmelzen daraufhin zu einem einzigen Kerne, dem sogenannten Zentralkerne (Fig. 3). Indem dieser Zentralkern späterhin wiederholte, sehr mannigfaltige Teilungen erfährt, wird er der Ausgangspunkt für ein parenchymatisches Gewebe, dessen Zellen sich mit den erwähnten Reservestoffen (Fett, Stärke- und Proteinkörner) füllen.

Die Verbindung des Keimlinges mit seinem Nahrungsspeicher ist auf sehr verschiedene Weise hergestellt. In vielen Fällen, wie z. B. bei dem Gauchheile, dem Sauerklee, dem Löwenmaule und dem Erdbeerbaume (Anagallis phoenicea, Oxalis Acetosella, Antirrhinum majus, Arbutus Unedo; s. Abbildung, S. 416, Fig. 3—10), liegt der geradlinige Keimling mitten in dem Nahrungsspeicher eingebettet. Auch bei der Weinraute (Ruta graveolens; s. Abbildung, S. 416, Fig. 1 und 2), welche einen gekrümmten Keimling besitzt, beobachtet man dasselbe Verhältnis; dagegen liegt bei der Kermesbeere (Phytolacca

decandra; s. untenstehende Abbildung, Fig. 11) der Keimling dem Nahrungsspeicher seitlich an und ist um denselben wie ein Hufeisen gekrümmt. Die Sapindaceen und die Meldengewächse zeigen einen spiralig gerollten Keimling. Bei den Gräsern ist der Keimling dem Nahrungsspeicher seitlich angeschmiegt, aber nicht gekrümmt, sondern gerade. In welcher Weise der auswachsende Keimling die ihm von der Mutterpflanze in dem Speichergewebe mitgegebenen Nährstoffe verbraucht und sich nutzbar macht, wurde ausführlich im Band I, S. 560 geschildert.

Sowohl der Keimling als auch das Speichergewebe nehmen auf Kosten der an das Oogonium unmittelbar angrenzenden, mit Protoplasma erfüllten Zellen an Umfang zu, und es ist von diesen letzteren in dem ausgewachsenen Samen meistens keine Spur mehr zu finden. Nur bei verhältnismäßig wenigen Pflanzen bleibt ein Teil der genannten Zellen erhalten und erlangt eine ähnliche Bedeutung wie das Speichergewebe, welches sich im In-

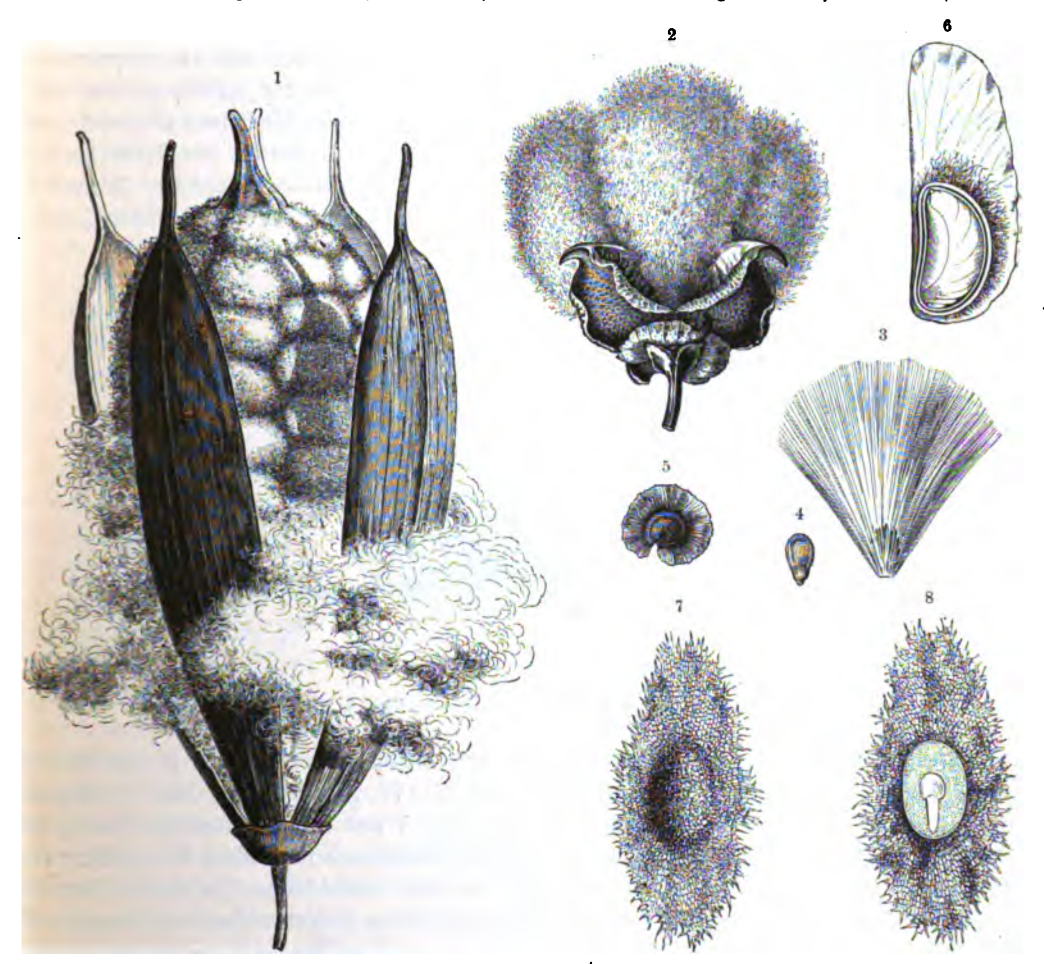


Samen mit einem Speichergewebe: 1. Ruta graveolens, ganzer Same. — 2. Längsschnitt durch denselben. — 3. Oxalis Acetosella, ganzer Same. — 4. Längsschnitt durch denselben. — 5. Anagallis phoenicea, ganzer Same. — 6. Längsschnitt durch denselben. — 7. Arbutus Unedo, ganzer Same. — 8. Längsschnitt durch denselben. — 9. Antirrhinum majus, ganzer Same. — 10. Längsschnitt durch denselben. — 11. Längsschnitt durch den Samen von Phytolacca decandra. (Nach Baillon.) Vgl. Text, S. 415.

neren des Oogoniums ausgebildet hat. Es füllen sich nämlich auch diese Zellen mit Fett und mit Stärke- und Proteinkörnern, welche späterhin von dem auswachsenden Keimlinge verwertet werden können. Im Gegensatz zu dem Endosperm, unter welchem Namen das im Oogonium entstandene Speichergewebe begriffen wird, hat man jenes, welches außerhalb des Oogoniums entsteht, Perisperm genannt. Will man den Namen Dotter in Anwendung bringen, so könnte das Perisperm als äußerer Dotter von dem Endosperm oder inneren Dotter unterschieden werden.

Es ist bemerkenswert, daß die Ausbildung dieser Speichergewebe unterbleibt, wenn die Befruchtung des Embryoplasten nicht stattgefunden hat. Die Befruchtung hat augenscheinlich einen Einfluß, welcher über die Grenzen des Embryoplasten weit hinausgeht. Ich möchte diesen Einfluß mit dem Anstoße vergleichen, welcher durch einen in das Wasser geworfenen Stein hervorgebracht wird. Ähnlich wie die sich erweiternden Wellenkreise im Wasser entwickeln sich auch in der Samenanlage Veränderungen, zunächst in der unmittelbaren Nachbarschaft des durch die Befruchtung zum Ausgangspunkte des Keimlinges gewordenen Embryoplasten, dann in den Integumenten, weiterhin in den Fruchtblättern und endlich auch noch in dem Teile des Hochblattstammes, welcher als Träger der ganzen Fruchtanlage erscheint. Diese Veränderungen, welche auf Bewegungen kleinster Teile zurückzuführen sind und sich als Wachstum offenbaren, erfolgen bei jeder Pflanze nach einem im vorhinein bestimmten, durch die eigenartige Zusammensetzung des Protoplasmas

vorgezeichneten Bauplane. Das Ziel der Wachstumsvorgänge aber ist unschwer zu erkennen. Das neue Wesen, welches durch die Befruchtung entstanden ist, sich früher oder später von der Mutterpflanze ablöst, selbständig werden, sich ansiedeln und an der neuen Wohnstätte ein gedeihliches Fortkommen finden soll, muß für seine Zukunft entsprechend eingerichtet sein; der **Keimling** bedarf **bestimmter Ausrüstungen** für **seine Reise** und **seine neue Ansiedelung**, er bedarf **entsprechender Verbreitungsmittel**, er bedarf **einer**



Samen mit flügelförmigem Saume und haarigem Samenmantel: 1. Aufgesprungene Frucht von Eriodendron; zwischen den Klappen die in einem haarigen Samenmantel eingehüllten Samen sichtbar. — 2. Aufgesprungene Frucht von Gossypium herbaceum; zwischen den Klappen die in einem haarigen Samenmantel eingehüllten Samen sichtbar. — 3. Same von Populus tremula mit haarigem Samenmantel. — 4. Derselbe Same, von dem Samenmantel abgelöst. — 5. Geflügelter Same von Lepigonum marginatum. — 6. Längsschnitt durch den geflügelten Samen von Vochysia. — 7. Geflügelter Same von Cinchona — 8. Längsschnitt durch diesen Samen. Fig. 4—8 vergrößert. (Zum Teile nach Baillon) Vgl. Text, S. 418.

Schutzwehr gegen die **vernichtenden Angriffe** der auf **Pflanzenkost angewiesenen Tiere** bis zu jenem **Zeitpunkte**, in welchem er die **Mutterpflanze verläßt**, und **er bedarf auch einer Versicherung** gegen die **Ungunst der Witterung**. Diese Ausrüstungen werden nun durch eigentümliche, nach der Befruchtung eintretende Veränderungen der Integumente, der Fruchtblätter und des Blütenbodens zu stande gebracht.

Die Integumente verwandeln sich in die **Samenschale**, welche mitunter deutlich in eine äußere und eine innere gesondert erscheint. Für den Fall einer solchen Sonderung ist

die innere Schale sehr einfach gestaltet und stellt ein farbloses, dünnes Häutchen, seltener eine derbe Haut oder ein schleimiges, leicht aufquellendes Gewebe dar. Die äußere Samenschale (testa) zeigt dagegen eine große Mannigfaltigkeit der Gestalt. Sie ist nicht selten mehrschichtig, und die aufeinander folgenden Schichten werden aus den verschiedenartigsten Zellformen aufgebaut. Bald erscheint sie weich und dünnhäutig, bald steif und fest, pergamentartig, holzig, hornartig oder steinhart, wieder in anderen Fällen fleischig und saftreich oder in eine schleimige, klebrige Masse umgewandelt. Die äußerste Schicht dieser Schale ist in den meisten Fällen braun, grau oder schwarz, seltener gelb und weiß und am seltensten rot gefärbt. Welche Bedeutung die verschiedenen schleimigen Überzüge, die Zellenlagen, aus welchen bei Befeuchtung klebrige Stoffe ausgeschieden werden, ferner die kleinen Grübchen und Furchen, Warzen und Runzeln, Riefen und Netze, Spitzen und Zacken für das Festhalten der Samen an das Keimbett haben, wurde bereits in Band I, S. 574—580 erörtert. Wenn die Samen durch den Wind verbreitet werden sollen, so erheben sich von der oberflächlichen Schicht

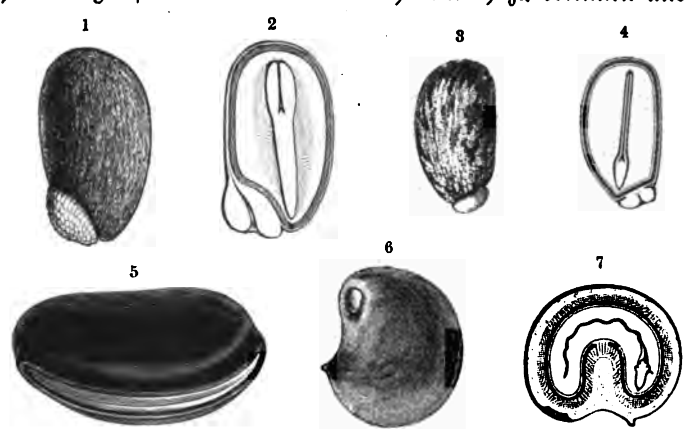


Salix polaris mit aufgesprungenen Kapseln, aus welchen die haarigen Samen hervorkommen.

ihrer Schale flügelförmige Leisten und Säume, wie beispielsweise bei dem zu den Mieren gehörigen **Lepigonum marginatum** (s. Abbildung, S. 417, Fig. 5), dem Samen der Chinarindenbäume (Cinchona, s. Abbildung, S. 417, Fig. 7 und 8), der tropischen Vochysia (Fig. 6), welch letztere, nebenbei bemerkt, durch die übereinander gerollten Keimblätter des Keimlinges ausgezeichnet ist. Manchmal geht von den oberflächlichen Zellen der Samenschale eine Unmasse langer, zarter Haare aus, wie bei der Baumwollstaude (Gossypium; s. Abbildung, S. 417, Fig. 2) und dem zu den Wollbäumen gehörenden Eriodendron (s. Abbildung, S. 417, Fig. 1). An den Samen des Oleanders sind die Haare am Scheitel des Samens länger als an der Basis, und bei dem Weidenröschen ist nur am Scheitel des Samens ein Schopf von zarten Haaren ausgebildet.

Bei nicht wenigen Pflanzen entwickeln und erheben sich von der Basis oder von dem Träger der Samenanlage noch besondere Gebilde, welche zur Zeit der Reife des Keimlinges wie ein Mantel die aus den Integumenten hervorgegangene Samenschale ringsum einhüllen und unter dem Namen Samenmantel (arillus) begriffen werden. Dieser Samenmantel zeigt ähnliche Verhältnisse wie die schon erwähnten Auswüchse der Samenschale. Bei den Weiden (Salix; s. obenstehende Abbildung) und Pappeln (s. Abbildung, S. 417, Fig. 3 und 4) ist derselbe aus langen, zarten Haaren gebildet, bei manchen Passifloreen, Sapindaceen und Celastrineen, unter anderen bei der Gattung Spindelbaum (Evonymus), stellt er eine breiige oder fleischige, gewöhnlich lebhaft rot gefärbte Masse dar, und bei den Myristikaceen bildet er

eine eigentümlich zerschlitzte Hülle. Das unter dem Namen Macis oder Muskatblüte bekannte Gewürz ist der Samenmantel der Myristica aromatica. Wenn die Leisten und Lappen oder das fleischige Gewebe nur einseitig von der Basis oder von dem Träger der Samenanlage ausgehen, so spricht man von einer Samenschwiele (caruncula). Eine sehr auffallende, einem fleischigen Hahnenkamme vergleichbare Samenschwiele zeigt das Schöllkraut (Chelidonium majus). Beschränkt sich die Zellwucherung auf den sogenannten Nabel, das ist die Stelle, wo sich der Same von seinem Träger ablöst, so wird dieselbe insbesondere Nabelschwiele (caruncula hili) genannt. Solche Nabelschwielen beobachtet man z. B. an dem Veilchen (Viola; s. untenstehende Abbildung, Fig. 1 und 2) und an dem Rizinus (Ricinus; s. untenstehende Abbildung, Fig. 3 und 4). Die Umgebung der Stelle, wo die Samenanlage mit ihrer Unterlage im Zusammenhange stand, ist auch dann, wenn dort keine Schwiele ausgebildet wurde, am abgelösten Samen immer noch deutlich zu erkennen und wird Nabel (hilum) genannt. Sie ist deutlich abgegrenzt, meistens anders gefärbt als der übrige Teil der Samenschale, bald gewölbt, bald vertieft, manchmal rinnenförmig und bisweilen von zwei wulstförmigen Rändern eingefaßt (s. nebenstehende Abbildung, Fig. 5). An dem Punkte, wo die Trennung des Zusammenhanges stattgefunden hat, entsteht eine Art Narbe, und dieser Punkt wird auch Nabelnarbe (omphalodium) genannt.



Samen mit Schwielen, Nabelnarben und Keimmundnarben: 1. Same von Viola tricolor. — 2. Derselbe im Längsschnitte. — 3. Same von Ricinus communis. — 4. Derselbe im Längsschnitte. — 5. Same von Physostigma venenosum. — 6. Same von Anamirta Cocculus. — 7. Derselbe im Längsschnitte. (Nach Baillon.)

Die Stelle, wo sich an der Samenanlage die Mikropyle befand, ist an dem ausgereiften Samen in vielen Fällen gleichfalls zu erkennen und wird als Keimmundnarbe (cicatricula) angesprochen. Sie erscheint als ein kleines Loch oder als eine ritzenförmige Vertiefung, und ihre Umgebung ist gewöhnlich mit eigentümlichen Geweben umrandet. Bei jenen Samen, welche aus gekrümmten Samenanlagen hervorgegangen sind, erscheinen die Keimmundnarbe und Nabelnarbe einander sehr genähert (s. obenstehende Abbildung, Fig. 6 und 7). Mitunter hat sich eine grubenförmige Vertiefung (Nabelgrube) ausgebildet, in welcher die Nabelnarbe und die Keimmundnarbe dicht nebeneinander liegen.

Den in der Umgebung der Nabelnarbe und Keimmundnarbe äußerlich sichtbaren, seltsamen Gebilden entspricht ein überaus merkwürdiger innerer Bau dieses Teiles der Samenschale. Derselbe wird einigermaßen verständlich, wenn man erwägt, daß in vielen Fällen der im Inneren ruhende Keimling das zu seiner weiteren Entwickelung benötigte Wasser nur durch diesen Teil der Samenschale beziehen kann. Dasselbe Gewebe, welches bisher einen Abschluß gegen Verdunstung und Vertrocknung zu bilden hatte, soll nun als eine Vorrichtung wirksam werden, welche den Wasserbezug aus der zum Keimbette dienenden Erde regelt. Dazu ist vor allem notwendig, daß durch die Verteilung der Gewebemassen an der Samenschale die vorteilhafteste Lage des Samens auf dem Keimbette hergestellt wird, und diese ist dann erreicht, wenn diejenige Stelle des Samens, durch welche dem Keimlinge im Inneren Wasser zugeleitet werden soll, unmittelbar der feuchten Erde aufliegt. Darum ist in jenen

Fällen, in welchen der Keimling das benötigte Wasser durch die Nabelnarbe beziehen soll, der Schwerpunkt, der bei dem Niederfallen des Samens auf die Erde vorausgeht, stets in die Nähe der Nabelnarbe gelegt. Auch ist dort das Gewebe mit Zwischenzellengängen versehen, welche als Durchlaßstellen für das Wasser dienen. Häufig ist daselbst ein lockeres Gewebe aus sternförmigen Zellen gebildet, durch welches das Wasser wie durch ein Schwämmchen aus der Umgebung aufgesaugt und in das Innere des Samens geführt wird.

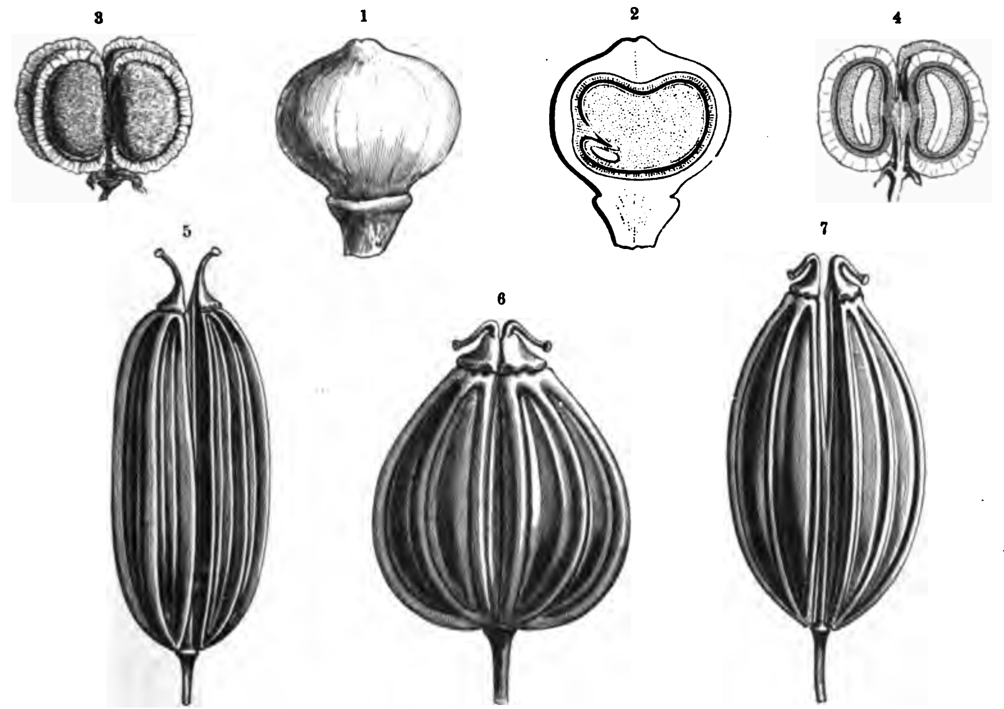
An den Samen, in deren Inneres das Wasser nicht nur an bestimmten Stellen, sondern von allen Seiten eindringen soll, finden sich zwischen den verdickten, für Wasser undurchlässigen Zellen, welche die Hauptmasse der Samenschale bilden, über die ganze Oberfläche zerstreut besondere Zellenzüge oder feine Kanäle, welche zur rechten Zeit als Durchlaßstellen für das Wasser wirksam werden. So z. B. findet man an den Schalen der Samen bei den Blumenschilfen (Canna) obenauf eine Schicht dickwandiger Palissadenzellen und unter diesen noch 5—6 Lagen steinharter, in die Quere gestreckter Zellen, welche zusammengenommen einen sehr festen Panzer des Keimlinges bilden. Aber die ganze Oberfläche dieser Samenschale ist auch besäet mit winzigen Grübchen, in deren Grunde je eine Spaltöffnung liegt, und diese Spaltöffnung ist die Mündung feiner, zwischen den Palissadenzellen in das Innere führender, das Wasser einlassender Kanäle.



1. Zweig des Seidelbastes (Daphne Mezereum) mit Pflaumenfrüchten. — 2. Fruchtstand der Linde (Tilia) mit flaumhaarigen Nüssen. — 3. Längsschnitt durch die Frucht der Linde. — Fig. 1 und 2 in natürlicher Größe; Fig. 3 vergrößert. Vgl. Text, S. 421 und 422.

Mit der geschilderten Entwickelung der Samen steht auch die Umgestaltung des Gehäuses, in welchem die Samenanlagen geborgen waren, und in dessen Innerem die Befruchtung stattfand, im innigen Zusammenhange. Dieses Gehäuse führte zur Zeit der Befruchtung den Namen Stempel; zur Zeit, wenn es die reifen Samen enthält, wird es Samengehäuse (spermotheca) genannt. Von den beschreibenden Botanikern wird das Samengehäuse gewöhnlich schlechtweg als Frucht angesprochen. Daß diese Bezeichnung nicht zutreffend ist, braucht nicht ausführlich erörtert zu werden. Die Frucht der Phanerogamen ist der Inbegriff aller nach der Befruchtung eigentümlich veränderten Teile der Hochblätter und des Hochblattstammes. Da vorausgesetzt werden kann, daß die Veränderungen an den genannten Teilen nach der Befruchtung nur erfolgen, damit der Keimling als der wesentlichste Teil der Frucht bei seiner Ausbildung im Verbande mit der Mutterpflanze nicht gestört werde, daß er auch nach seiner Trennung von

der Mutterpflanze nicht verloren gehe, sondern zu einer günstigen Stätte der Ansiedelung gelange, so sind begreiflicherweise alle Teile der Hochblätter und des Hochblattstammes, welche zur Erreichung dieses Zieles beitragen, als Frucht anzusehen. Insofern ist das Samengehäuse, welches aus dem Stempel, beziehentlich aus dem Fruchtknoten hervorgeht, wohl nur ein Teil der Frucht. Da aber dieses Samengehäuse in den meisten Fällen das Aussehen der ganzen Frucht bestimmt, so wird man mit den beschreibenden Botanikern deswegen nicht gar zu streng ins Gericht gehen, wenn sie statt des Ausdruckes Samengehäuse häufig die Bezeichnung Frucht in Anwendung bringen. Wenn das aus dem Stempel hervorgegangene Samengehäuse ganz und gar fleischig und saftreich geworden ist, so wird die Frucht **Beere** (bacca)

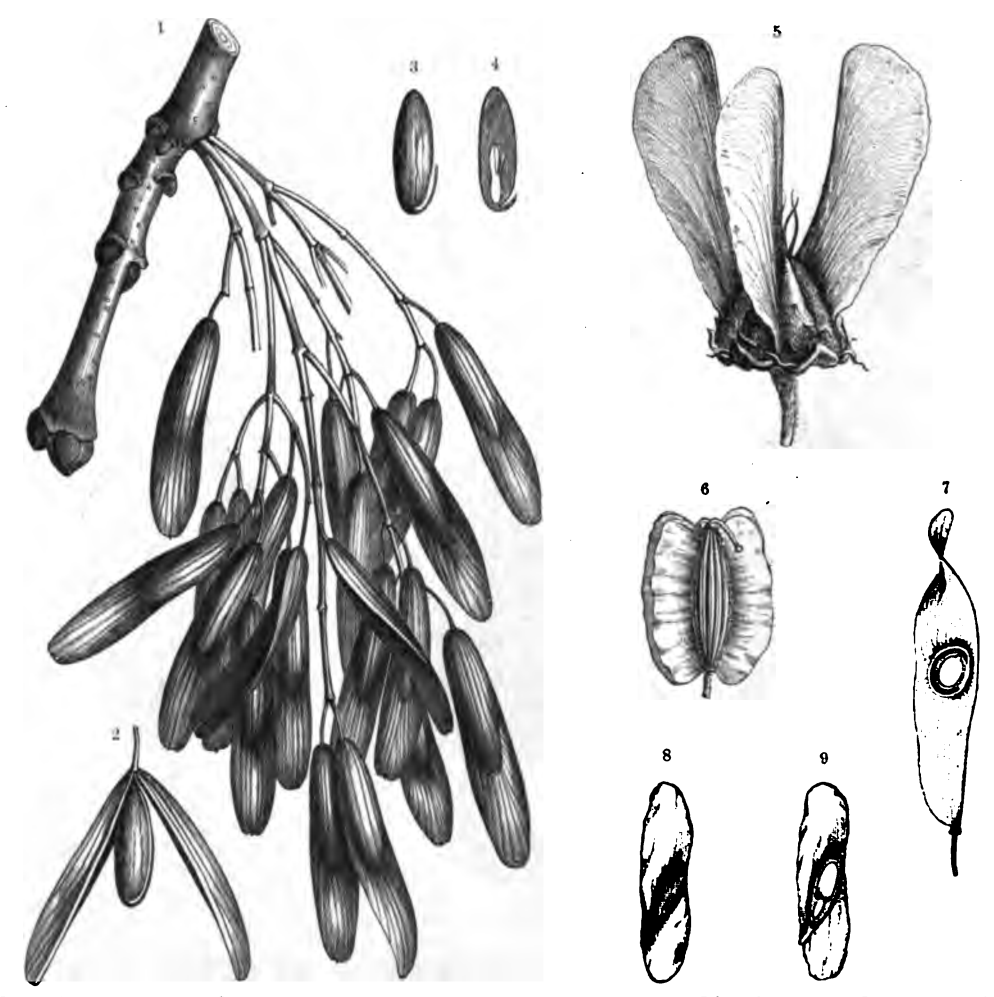


Schließ- und Spaltfrüchte: 1 Pflaumenartige Nuß von Fumaria. — 2. Dieselbe im Längsschnitte. — 3. Schließfrucht der Callitriche. — 4. Dieselbe im Längsschnitte. — 5. Spaltfrucht von Foeniculum aromaticum. — 6. Spaltfrucht von Petroselium sativum. — 7. Spaltfrucht von Carum carvi. — Sämtliche Figuren vergrößert. (Nach Baillon.) Vgl. Text, S. 422 und 423.

genannt. Aus unterständigen Stempeln gehen unterständige, aus oberständigen Stempeln oberständige Beeren hervor. Die Beeren des Bittersüßes (Solanum Dulcamara), der Tollkirsche (Atropa Belladonna), des Sauerdornes (Berberis vulgaris) und des Weinstockes (Vitis vinifera) sind oberständig; die Beeren der Mistel (Viscum album), des schwarzen Holders (Sambucus nigra) und des Stachelbeerstrauches (Ribes Uva crispa) sind unterständig. Wenn der äußere Teil des Samengehäuses fleischig und der innere, den Samen unmittelbar umschließende Teil desselben steinhart wird, so nennt man die Frucht **Pflaume** (drupa). Der steinharte innere Teil der Pflaume heißt Steinkern. Die meisten Pflaumen, wie z. B. jene des Seidelbastes (Daphne Mezereum; s. Abbildung, S. 420, Fig. 1) und die Kirsche (Prunus avium), enthalten nur einen Steinkern und einen Samen, die Pflaume des Wegdornes (Rhamnus) enthält zwei Steinkerne und in jedem derselben einen Samen.

In vielen Fällen wird das Samengehäuse durch und durch trocken. Von den mit solchen Samengehäusen ausgestatteten Früchten unterscheidet man die Schließfrucht, die

Spaltfrucht und die aufspringende Trockenfrucht. Die Schließfrucht öffnet und spaltet sich niemals von selbst. Zur Zeit der Reife fällt sie mitsamt den in ihr eingeschlossenen Samen von der Mutterpflanze ab, und es kommt dem geschlossen bleibenden Gehäuse auch die Aufgabe zu, die Verbreitung und Ansiedelung des eingeschlossenen Samens zu vermitteln. Ist die Schließfrucht aus einem oberständigen Fruchtknoten hervorgegangen, wie



Flügelfrüchte: 1. Fruchtstand von Fraxinus excelsior. — 2. Eine einzelne Frucht, künstlich gespalten. — 3. Same von Fraxinus excelsior. — 4. Derselbe Same im Längsschnitte. — 5. Frucht von Banisteria. — 6. Frucht von Angelica silvestris. — 7. Längsschnitt durch die Frucht von Ailanthus glandulosa. — 8. Frucht von Cedrela Toana. — 9. Längsschnitt durch diese Frucht. (Teilweise nach Baillon.) Vgl. Text, S. 424.

z. B. bei der Linde (Tilia; s. Abbildung, S. 420, Fig. 2 und 3), so wird sie Nuß (**nux**), hat sie sich aus einem unterständigen Fruchtknoten entwickelt, so wird sie Achene (**Achenium**) genannt. Wenn der Same mit der Innenwand des umschließenden Samengehäuses vollständig verwachsen ist, wie bei den Gräsern (s. Abbildung, Band I, S. 559, Fig. 5), so nennt man die Frucht Kornfrucht (caryopsis). Bei manchen Pflanzen besteht das Gehäuse der Nuß aus einer inneren, sehr harten und einer äußeren, weicheren, sich lange saftreich erhaltenden Schicht und erinnert dann an eine Pflaume. Das ist z. B. bei dem Erdrauche (**Fumaria**; s. Abbildung, S. 421, Fig. 1 und 2) der Fall, und es wird diese Frucht als

pflaumenartige Nuß angesprochen. Gewöhnlich ist die Nuß einfächerig und enthält nur einen einzigen Samen. Weit seltener sind mehrfächerige Nüsse. Der Wasserstern (Callitriche; s. Abbildung, S. 421, Fig. 3 und 4) hat eine vierfächerige Nuß, und diese bildet den Übergang zu den sogenannten Spaltfrüchten.

Die Spaltfrucht (schizocarpium) ist gewissermaßen eine Vereinigung mehrerer Schließfrüchte. Zwei bis mehrere die Samen bergende Gehäuse schließen während des Ausreifens dicht zusammen; erst später, wenn einmal die Keimlinge reisefertig sind, trennen sich die Gehäuse, fallen auseinander, und es macht dann häufig den Eindruck, als wäre eine



Aufspringende Trockenfrüchte mit stark verdicktem Samengehäuse an einem Zweige von Banksia serrata. (Nach Baillon.) Vgl. Text, S. 424.

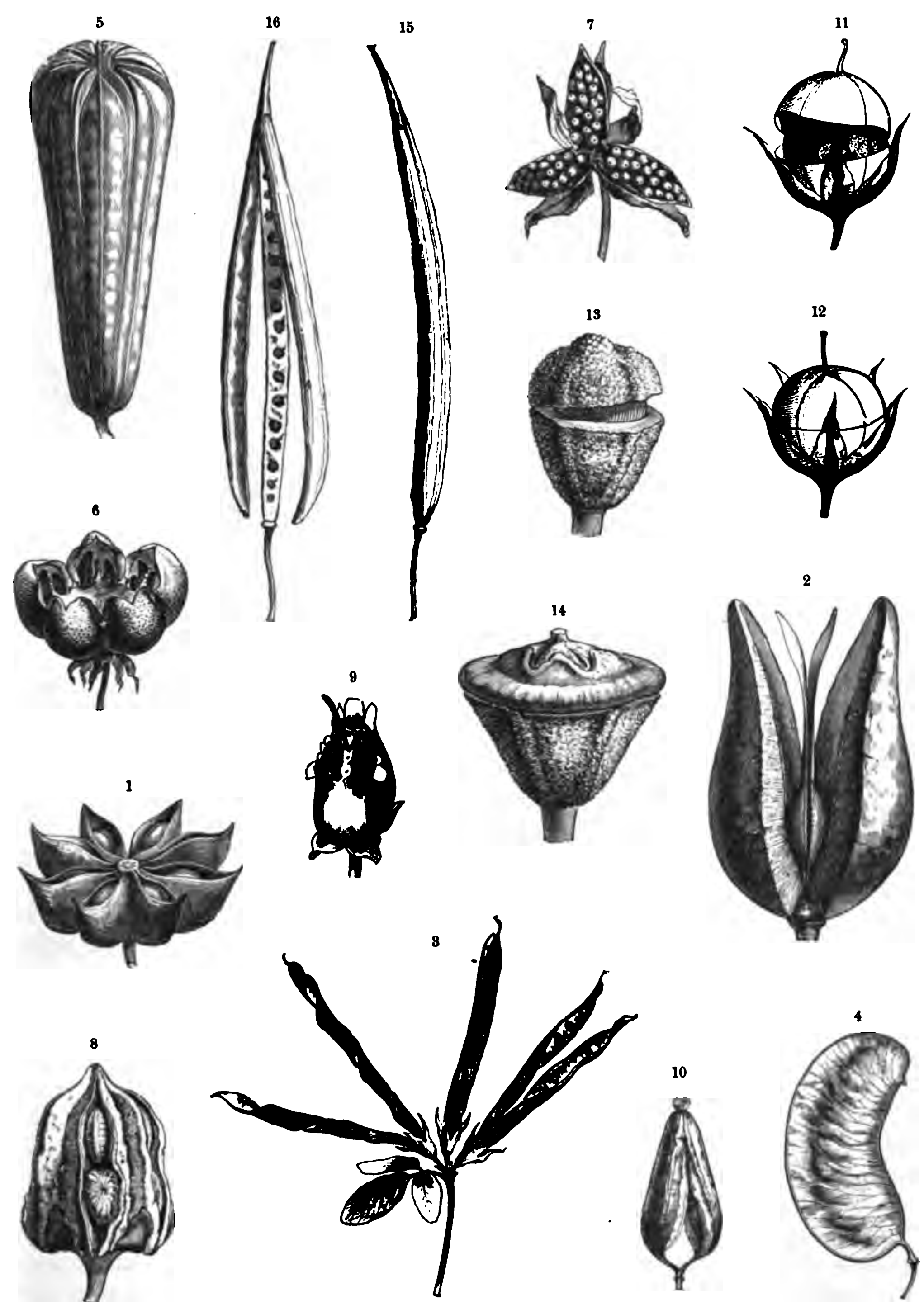
Spaltung mittels eines scharfen Messers vorgenommen worden. Jedes der getrennten Samengehäuse bleibt für sich geschlossen, und die in ihm enthaltenen Samen fallen nicht aus, sondern werden durch Vermittelung des Gehäuses verbreitet. Ein Vorbild für eine solche Spaltfrucht ist jene der Käsepappel (Malva). Bei den Doldenpflanzen, für welche in der Abbildung, S. 421, die Frucht des Kümmels (Carum carvi, Fig. 7), der Petersilie (Petroselium sativum, Fig. 6), des Fenchels (Foeniculum aromaticum, Fig. 5) als Beispiele vorgeführt sein mögen, bleiben die beiden Achenien nach der Spaltung noch eine Zeitlang an den Enden eines gabelförmigen Trägers aufgehängt. Diese für die Doldenpflanzen sehr bezeichnende Fruchtform wurde insbesondere Doppelsame (diachenium) geheißen.

Wie schon erwähnt, vermittelt das Gehäuse der Schließfrüchte in sehr vielen Fällen die Verbreitung und Ansiedelung der eingeschlossenen Samen. Das geschieht auf zweifache Weise. Entweder erheben sich von der Oberfläche des Gehäuses Haare, gekrümmte Borsten

und widerhakige Stacheln, welche sich an das Gefieder oder den Pelz wandernder Tiere anhängen, oder es gehen von dem Gehäuse häutige Säume, Lappen und flügelförmige Fortsätze aus, welche bei großer Zartheit und sehr geringem Gewichte dem Winde eine verhältnismäßig große Angriffsfläche bieten, so daß selbst von einem schwachen Luftstrome die von der Mutterpflanze abgelösten Früchte weithin verbreitet werden können. Die beschreibenden Botaniker nennen jede mit einem Flügel versehene Schließfrucht **Flügelfrucht** (samara) und unterscheiden mehrere Formen derselben. Ich komme auf diese merkwürdigen Früchte ohnedies später nochmals zurück, wenn die Verbreitung der Pflanzen besprochen werden wird; hier genügt es, einige wenige Formen derselben übersichtlich zusammenzustellen. Die Abbildung auf S. 422, Fig. 1—4, zeigt die Früchte der Esche (Fraxinus excelsior). Das Gehäuse jeder einzelnen Frucht wird aus zwei zusammenschließenden Fruchtblättern gebildet und setzt sich an der einen Seite in einen dünnen, fein gerieften Flügel fort. Die Abbildung, S. 422, Fig. 7, stellt eine Nuß des Götterbaumes (Ailanthus glandulosa) dar, an welcher sich ein dünner, schraubig gedrehter, nach zwei Richtungen ausgedehnter Flügel ausgebildet hat. Ähnlich verhält es sich mit der Frucht von Cedrela Toana (s. Abbildung, S. 422, Fig. 8 und 9). An der Frucht der Angelika (Angelica silvestris; s. Abbildung, S. 422, Fig. 6) zeigt jede Halbfrucht rechts und links einen welligen, flügelförmigen Saum, und an der Spaltfrucht der Banisteria (s. Abbildung, S. 422, Fig. 5) geht vom Rücken jeder Teilfrucht ein Gebilde aus, welches lebhaft an einen Schmetterlingsflügel erinnert.

Die **aufspringenden Trockenfrüchte** werden auch unter dem Namen kapselartige Früchte (fructus capsulares) begriffen. Ihr Samengehäuse ist zur Zeit der Reife im ganzen Umfange ausgetrocknet, öffnet sich und entläßt die Samen in der mannigfaltigsten Weise. Das entleerte Gehäuse bleibt entweder an der Mutterpflanze zurück, oder fällt, in Stücke geteilt, zugleich mit den Samen ab, hat aber weder in dem einen noch in dem anderen Falle für die bereits ausgestreuten Samen irgend eine weitere Bedeutung. Die aufspringenden Trockenfrüchte zählen zu den häufigsten Fruchtformen, sind auch für viele Gattungen sehr bezeichnend, und es hat sich das Bedürfnis herausgestellt, die verschiedenen Ausbildungen derselben durch bestimmte Ausdrücke der botanischen Kunstsprache festzuhalten. Wenn das Samengehäuse aus einem einzigen Fruchtblatte hervorgeht und zur Zeit der Reife an der einen Seite, entlang der sogenannten Bauchnaht, aufspringt, während an der gegenüberliegenden Seite, der sogenannten Rückennaht, entweder gar keine oder doch nur eine teilweise Trennung des Zusammenhanges erfolgt, oder wenn das Aufspringen entlang der Bauch- und Rückennaht zwar gleichmäßig, aber doch nicht bis zum Grunde des Samengehäuses stattfindet, so wird die Frucht **Balgfrucht** (folliculus) genannt. In den meisten Fällen stehen mehrere Balgfrüchte am Ende des Fruchtstieles in einem Wirtel beisammen, wie z. B. bei dem Eisenhute (Aconitum) und dem Sternanise (Illicium anisatum; s. Abbildung, S. 425, Fig. 1); seltener schließen sie vereinzelt den Fruchtstiel ab wie bei der Schwalbenwurz (Cynanchum Vincetoxicum). Bei dem zu den Proteaceen gehörenden Xylomelum piriforme (s. Abbildung, S. 425, Fig. 2) stehen die Früchte gleichfalls vereinzelt, und das Gehäuse springt hier an der Bauchnaht bis zum Grunde, an der Rückennaht nur bis zur Mittelhöhe der Frucht auf. Bei dieser und bei anderen Proteaceen, z. B. Banksia (s. Abbildung, S. 423), ist übrigens das Samengehäuse außergewöhnlich verdickt, stellt einen förmlichen Panzer dar und entspricht nichts weniger als der Vorstellung, welche man mit dem Worte Balg verbindet.

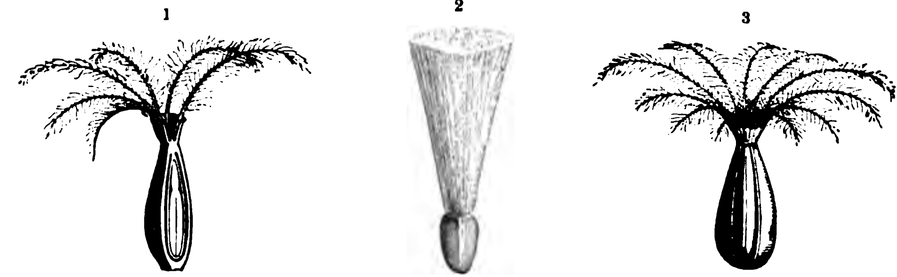
Gleich der Balgfrucht geht auch die **Hülse** (legumen) aus einem einzigen Fruchtblatte hervor, aber das aus demselben gebildete Gehäuse trennt sich zur Reifezeit sowohl entlang der Bauchnaht als auch der Rückennaht bis zum Grunde in zwei Klappen, welche nach dem Aufspringen eine schraubige Drehung erfahren. Diese Fruchtform findet sich bei dem größten Teile der Schmetterlingsblütler. Als Beispiele seien der Hornklee (Lotus corniculatus;



Aufspringende Trockenfrüchte: 1. Balgfrüchte von Illicium anisatum. — 2. Balgfrucht von Xylomelum piriforme. — 3. Hülsen von Lotus corniculatus. — 4. Hülse von Cassia angustifolia. — 5. Kapsel von Aristolochia. — 6. Kapsel von Ruta. — 7. Kapsel von Viola. — 8. Kapsel von Oxalis. — 9. Kapsel von Antirrhinum. — 10. Kapsel von Cinchona. — 11 und 12. Kapseln von Anagallis. — 13 und 14. Kapseln von Eucalyptus. — 15 und 16. Schoten von Brassica. — Fig. 8, 10, 11 vergrößert; die anderen Figuren in natürlicher Größe. (Nach Baillon.) Vgl. Text. S. 424, 426 und 427.

s. Abbildung, S. 425, Fig. 3) und die Senna (Cassia angustifolia; s. Abbildung, S. 425, Fig. 4) gewählt.

Eine aufspringende Trockenfrucht, deren Samengehäuse aus zwei oder mehreren Fruchtblättern aufgebaut ist, heißt **Kapsel** (capsula). Man unterscheidet Kapseln, welche von der Spitze her mit Klappen aufspringen, wie jene der Osterluzei (Aristolochia; s. Abbildung, S. 425, Fig. 5), der Raute (Ruta; s. S. 425, Fig. 6) und des Veilchens (Viola; s. S. 425, Fig. 7), solche, welche sich nur am Scheitel mit dreieckigen Zähnen öffnen, wie jene der Nelkengewächse, solche, deren Wand der ganzen Länge nach aufspringt, wie jene des Sauerklees (Oxalis; s. S. 425, Fig. 8), solche, bei welchen durch das Auseinanderweichen der Zähne mehrere große Löcher entstehen, wie jene des Löwenmaules (Antirrhinum; s. S. 425, Fig. 9), und solche, an welchen sich durch Schrumpfen beschränkter Abschnitte des Gewebes zahlreiche kleine Löcher ausbilden, wie jene des Mohnes (Papaver). Die Kapseln der Chinarindenbäume (Cinchona; s. S. 425, Fig. 10) springen mit zwei Klappen auf, welche an der Spitze verbunden bleiben und nur an der Basis auseinander weichen. Bei vielen



Schließfrüchte (Achenien) mit einer Feder- oder Haarkrone (Pappus): 1. Frucht des Baldrians (Valeriana officinalis). — 2. Dieselbe Frucht im Längsschnitte. — 3. Frucht der Artischocke (Cynara Scolymus). (Nach Baillon.) Vgl Text, S. 428.

Kapseln endlich, wie z. B. jenen des Gauchheiles (Anagallis; s. S. 425, Fig. 11 und 12) und der Fieberbäume (Eucalyptus; s. S. 425, Fig. 13 und 14), hebt sich ein Deckel von der büchsenförmigen Kapsel ab.

Unter dem Namen **Schote** (siliqua) versteht man eine Kapsel, deren zwei untere Fruchtblätter von einem an den Rändern mit Samen besetzten Rahmen sich abheben und abfallen. Der Rahmen wird aus den beiden oberen Fruchtblättern gebildet (s. S. 72) und ist durch eine dünne Membran verschlossen. Die Ablösung der beiden Fruchtblätter von diesem Rahmen erfolgt von unten nach oben. Als Vorbild ist auf S. 425, Fig. 15 und 16, die Frucht der Kohlpflanze (Brassica oleracea) hingestellt.

Bei einem Teile der bedecktsamigen Phanerogamen lösen sich die Blumenblätter von dem Blütenboden ab, nachdem die Narbe mit Pollen belegt wurde und die Pollenschläuche in den Fruchtknoten eingedrungen sind, bei einem anderen Teile aber bleiben sie zurück, gehen die mannigfaltigsten Veränderungen ein und bilden eine äußere Hülle des Samengehäuses, die bei der Verbreitung und Ansiedelung der Samen eine wichtige Rolle spielt. Dasselbe gilt von den Deckblättern und Hüllblättern, welche unterhalb der Blumenblätter von dem Hochblattstamme ausgehen. In alter Zeit haben die Botaniker die aus den Blumenblättern hervorgegangene Hülle des Samengehäuses als **Fruchtdecke** (pericarpium) und die aus den Deckblättern entstandene Hülle als **Fruchthülle** (involucrum fructus) unterschieden. Es kann nicht die Aufgabe dieses Buches sein, die zahllosen Formen dieser Fruchtdecken und Fruchthüllen zu beschreiben, und ich muß mich darauf beschränken, einige der bekanntesten und verbreitetsten derselben aufzuzählen. Eine besonders merkwürdige hierher gehörende Fruchtform ist jene des Maulbeerbaumes (Morus). Die Fruchtblüten dieses

Baumes sind an einer kurzen Spindel ährenförmig angeordnet. Jede Blüte enthält einen Fruchtknoten, welcher von einem unscheinbaren grünen Perigon umgeben ist. Aus den Fruchtknoten geht eine kleine Nuß hervor; aber die reife Frucht macht doch nicht den Eindruck einer Nuß, sondern vielmehr den einer saftreichen Beere, was sich daraus erklärt, daß am Ende des Blühens das Perigon sich vergrößert und zu einem saftreichen Gewebe umgestaltet, welches die Nuß überwallt und schließlich so einhüllt, daß man ohne Kenntnis der Entwickelungsgeschichte die fleischige Hülle für das Samengehäuse und die Nuß für den Samen halten könnte. Die Arten der Gattung Klee aus der Rotte Chronosemium (Trifolium

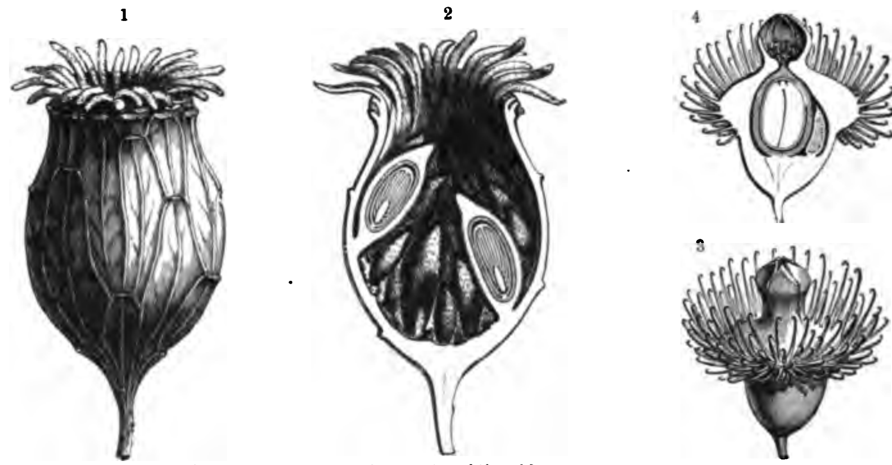


Fruchtstand der Hainbuche (Carpinus Betulus). Vgl Text, S. 428.

agrarium, badium, spadiceum ꝛc.) haben eine gelbe, schmetterlingsartige Blumenkrone. Diese wird nach der Befruchtung braun, vertrocknet und gestaltet sich zu einer Flugvorrichtung für die eingeschlossene kleine Hülse. Am häufigsten kommt es vor, daß sich der Kelch in eine Fruchtdecke umwandelt. Bei der Judenkirsche (Physalis) bläht sich der anfänglich kleine grüne Kelch auf, erhält eine scharlachrote Farbe und umgibt als eine große Blase die aus der Fruchtanlage hervorgegangene Beere; bei dem Bilsenkraute (Hyoscyamus) bildet er einen der Kapsel dicht anliegenden, nach oben zu trichterförmig erweiterten Sack; bei den Lippenblütlern erscheint er bald in Form einer kurzen Röhre, bald in Gestalt einer Glocke oder eines Napfes, in deren Grunde die Schließfrüchte eingebettet sind. Bei der Wassernuß (Trapa natans; s. die Abbildung, Band I, S. 566, Fig. 3) verhärten die vier Kelchblätter und bilden eine in vier kreuzweise gestellte Spitzen auslaufende, ungemein feste Fruchtdecke. Bei vielen Baldrianen, Korbblütlern und Skabiosen wächst der Kelch zur Zeit der Fruchtreife

zu einem strahlenförmig abstehenden Borstenkranze oder zu einer Federkrone aus. An dieser Federkrone, welche man Pappus genannt hat, ist dann das Achenium wie an einem Fallschirme aufgehängt (s. Abbildung, S. 426, Fig. 1, 2 und 3).

Bei den Pflanzen, welche der Blumenblätter entbehren, werden sehr häufig die Deck- und Hüllblätter in die Fruchtbildung einbezogen. In dieser Beziehung sind besonders die Gräser, die Becherfrüchtler oder Kupuliferen und die Kasuarineen hervorzuheben. Bei den Gräsern ist es eine sehr gewöhnliche Erscheinung, daß die Kornfrucht von den unter den Namen Spelzen bekannten Deckblättern eingeschlossen ist und sich dem Blicke des Beobachters ganz entzieht. So z. B. ist die Kornfrucht der Gerste und des Hafers in vertrocknete und verhärtete Spelzen eingewickelt, und ähnlich verhält es sich mit zahlreichen anderen Gräsern. Die größte Mannigfaltigkeit dieser Fruchthüllen beobachtet man an den Becherfrüchtlern oder Kupuliferen, zu welchen die Hainbuche, Hopfenbuche und Rotbuche, der Haselnußstrauch und

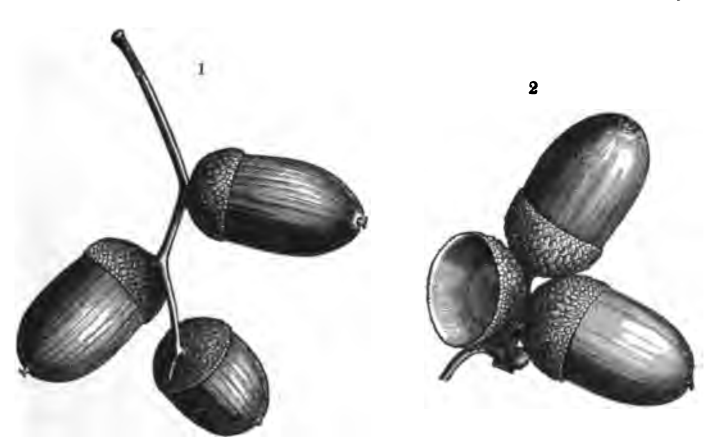


Früchte, an deren Ausbildung der Blütenboden beteiligt ist: 1. Fruchtbecher von Calycanthus. — 2. Längsschnitt durch diesen Fruchtbecher. — 3. Frucht von Agrimonia. — 4. Längsschnitt durch diese Frucht. (Nach Baillon.) Vgl. Text, S. 429.

noch mehrere andere unserer Laubhölzer gehören. Die eigentliche Frucht dieser Kupuliferen ist eine Nuß, aber die Nuß ist von einer Hülle aus eigentümlich gestalteten, in sehr verschiedener Weise miteinander verwachsenen Deckblättern umgeben, welche Fruchtbecher (**cupula**) genannt wird. Bei den Eichen hat der Fruchtbecher die Form einer Schüssel (s. Abbildung, S. 429, Fig. 1 und 2); bei der Rotbuche (**Fagus**) ist er an der Außenseite mit Weichstacheln besetzt, zeigt die Form einer Urne und springt zur Zeit der Reife mit vier Klappen auf, so daß man beim ersten Anblicke versucht wird, ihn für eine mit Klappen aufspringende Kapsel zu halten; bei der Kastanie ist seine Oberfläche mit starren, stechenden Nadeln dicht besetzt, und das Aufspringen erfolgt mit unregelmäßigen Rissen (s. Abbildung, S. 439, Fig. 4); bei der Haselnuß bildet er einen an den Rändern zerschlitzten, häutigen Sack (s. Abbildung, S. 145), und bei der Hainbuche oder dem Hornbaume (s. Abbildung, S. 427) hat sich die Cupula zu einem dreilappigen Flügel ausgestaltet, dessen Basis die Nuß angewachsen ist. Für die fleischige äußere Schicht der Frucht des Walnußbaumes (**Juglans regia**) läßt sich entwickelungsgeschichtlich nachweisen, daß sie gleichfalls eine Cupula ist. Bei den Kasuarineen werden die Blumenblätter durch zwei gegenständige Deckblättchen vertreten. Diese verwachsen nach der Befruchtung zu einer das Samengehäuse vollständig einschließenden Fruchthülle, und so ließen sich noch zahlreiche andere hierher gehörige Fälle aufzählen.

Sehr häufig gestaltet sich der Blütenboden zu einem Teile der Frucht. Besonders bemerkenswert ist die Frucht des Gewürzstrauches, der Rosen und der Pomaceen. Der

Gewürzstrauch Calycanthus (s. Abbildung, S. 428, Fig. 1 und 2) zeigt einen krugförmigen Blütenboden, welcher an der Außenseite mit Deckblättchen besetzt ist und im Inneren die Nüsse birgt; die Rose (Rosa) besitzt gleichfalls einen krugförmigen, die Nüsse umschließenden Blütenboden, aber derselbe ist an der Außenseite glatt und nur obenauf mit fünf Kelchblättern besetzt. Bei den Äpfeln, Birnen, Quitten und anderen Pomaceen gestaltet sich der becherförmige Blütenboden zu einer saftreichen, fleischigen Masse, welche mit dem eingeschlossenen Samengehäuse ganz verwachsen ist (s. Abbildung, S. 430, Fig. 2). Bei der Erdbeere (**Fragaria**) ist der hügelförmig gewölbte Blütenboden zu einem fleischigen Körper umgewandelt, welcher die Früchtchen trägt. Die kleinen gelblichen Körnchen, welche der roten Oberfläche des fleischig gewordenen Blütenbodens aufsitzen, sind nicht etwa die Samen, sondern kleine Nüsse, deren jeder einen Samen umschließt. Übrigens wird der Blütenboden nicht immer saftreich und fleischig; in manchen Fällen vertrocknet derselbe, und es geht aus ihm eine sehr feste Hülle der Nüßchen hervor, wie beispielsweise bei dem auf S. 428, Fig. 3 und 4, abgebildeten Odermennig (**Agrimonia Eupatoria**), dessen grubenförmig vertiefter Scheibenboden zu einer ringsum mit widerhakigen Stacheln besetzten harten Scheibe auswächst.

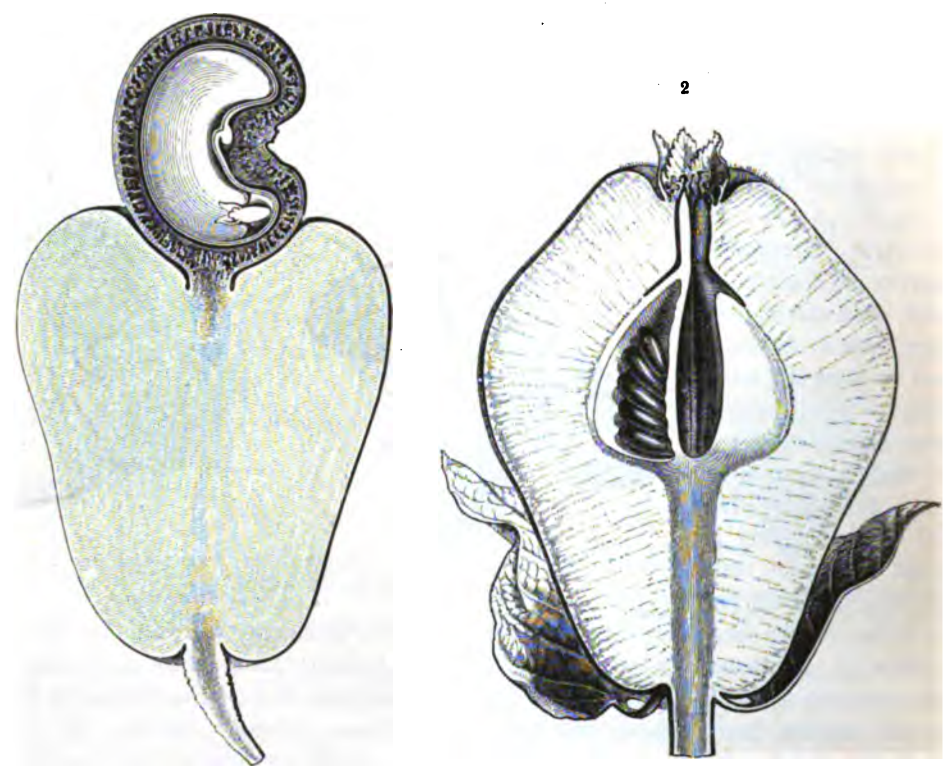


Früchte mit schüsselförmiger Cupula: 1. Quercus pedunculata — 2. Quercus sessiliflora. Vgl. Text, S. 428.

Weit seltener kommt es vor, daß der **Blütenstiel** in die Bildung der Frucht einbezogen wird, was namentlich bei einigen lorbeerartigen Gewächsen, bei Anakardiaceen und Rhamneen, der Fall ist. Bei Anacardium (s. Abbildung, S. 430, Fig. 1) schwillt das oberste Stengelglied zur Größe einer Birne an und wird als saftreiches Obst genossen; am freien Ende dieses seltsamen Stieles sitzt das trockene Samengehäuse mit dem eingeschlossenen Samen. Bei den mit unseren Wegdornen verwandten Hovenien (**Hovenia**) werden alle Verzweigungen des trugdoldigen Blütenstandes fleischig, und es bilden diese Stiele ein in China und Japan beliebtes, wohlschmeckendes Obst. An diese Hovenien reihen sich noch die Feigenfrüchte an, wo der ganze in eine urnenförmig ausgehöhlte Masse metamorphosierte Hochblattstamm an der Bildung der Frucht teilnimmt (s. Abbildung, S. 154, Fig. 10 u. 11). Die Blüten sitzen in der Aushöhlung; aus den Fruchtblüten gehen kleine Nüßchen hervor, während sich das Zellgewebe der Urne vergrößert und mit süßem Safte füllt. Die kleinen gelblichen Körnchen in der fleischigen, als Obst genossenen Masse, welche gemeinhin für Samen gehalten werden, sind in Wirklichkeit kleine Nüßchen, und jedes Nüßchen birgt in seinem Inneren einen Samen.

Bei jenen Pflanzen, deren Blüten dicht gedrängt beisammenstehen, kommt es vor, daß die aus den Blüten entstandenen Früchte, indem sie an Umfang zunehmen, sich gegenseitig drücken und abplatten und dann eine einzige klumpige Masse bilden; bisweilen sind die einzelnen Fruchtanlagen schon von Anfang her teilweise miteinander verwachsen, oder es ist die Spindel, welche die Beeren trägt, oder die Urne, welche die Nüßchen birgt, fleischig geworden und bildet ein Verbindungsglied für die einzelnen Beeren, Nüsse oder Bälge. Ein solcher Fruchtstand wird **Sammelfrucht** (syncarpium) genannt. Von den im

vorhergehenden schon besprochenen Fruchtformen gehören die Maulbeere, die Erdbeere, die Frucht des Gewürzstrauches und der Rose und endlich die Feige hierher. Außerdem sind noch die Ananas (Ananassa), die Magnoliaceen und Anonaceen (z. B. Anona muricata und squamosa; s. Abbildung, S. 431, Fig. 1, 2 und 3), die Himbeere (Rubus Idaeus), die Piperaceen (z. B. Piper Betle; Fig. 4) und die Artokarpeen (z. B. Artocarpus incisa; s. Abbildung, S. 432) durch solche Sammelfrüchte ausgezeichnet. Eine ganz absonderliche Sammelfrucht zeigt auch die in der Abbildung, S. 433, nach der Natur dargestellte Nelumbo speciosa. In der Mitte der Blüte erhebt sich ein Gewebekörper, welcher die Form

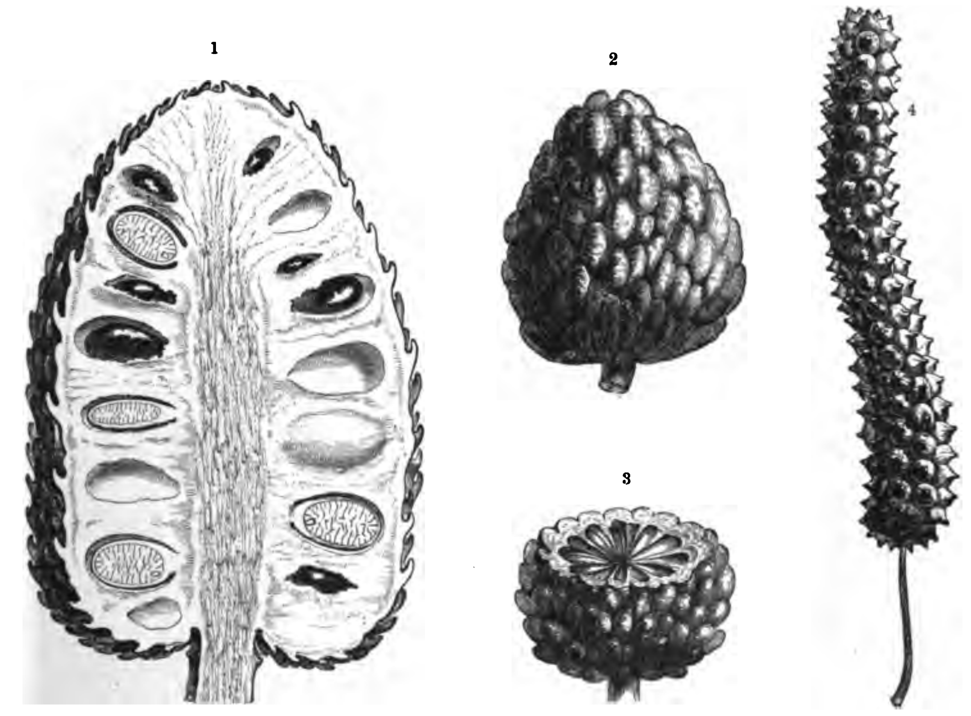


Früchte, an deren Ausbildung der Blütenboden und der Blütenstiel beteiligt sind: 1. Längsschnitt durch die Frucht von Anacardium. — 2. Längsschnitt durch die Frucht von Cydonia. (Nach Baillon.) Vgl. Text, S. 429.

eines umgekehrten Kegels hat und oben wie eine Bienenwabe von mehreren Grübchen ausgehöhlt ist. In jedem dieser Grübchen erscheint ein Stempel eingesenkt, welcher später zu einer kleinen Nuß wird, wie an der Abbildung auf S. 434 zu ersehen ist.

Alles, was bisher über die Entwickelung des Keimlinges zum Samen, die Umgestaltung der Fruchtanlage zur Frucht und über die Beteiligung der Blumenblätter sowie der verschiedenen Glieder des Hochblattstammes an der Fruchtbildung gesagt wurde, bezieht sich nur auf jene Phanerogamen, welche man die bedecktsamigen nennt. Die nacktsamigen Phanerogamen weichen in betreff dieser Vorgänge nicht unwesentlich ab. Auf S. 412--414 wurde ihre Befruchtung geschildert und erzählt, daß die Empfängnis durch Verschmelzen eines Spermakernes mit dem die Mitte eines Embryoplasten einnehmenden Eikerne erfolgt. Der Embryoplast umgibt sich nun bei den nacktsamigen Phanerogamen nicht mit einer Haut aus Zellstoff und verwächst auch nicht mit dem Scheitel des Oogoniums, wie bei den bedecktsamigen Phanerogamen, sondern der Kern des befruchteten Embryoplasten, welchen man Keimkern

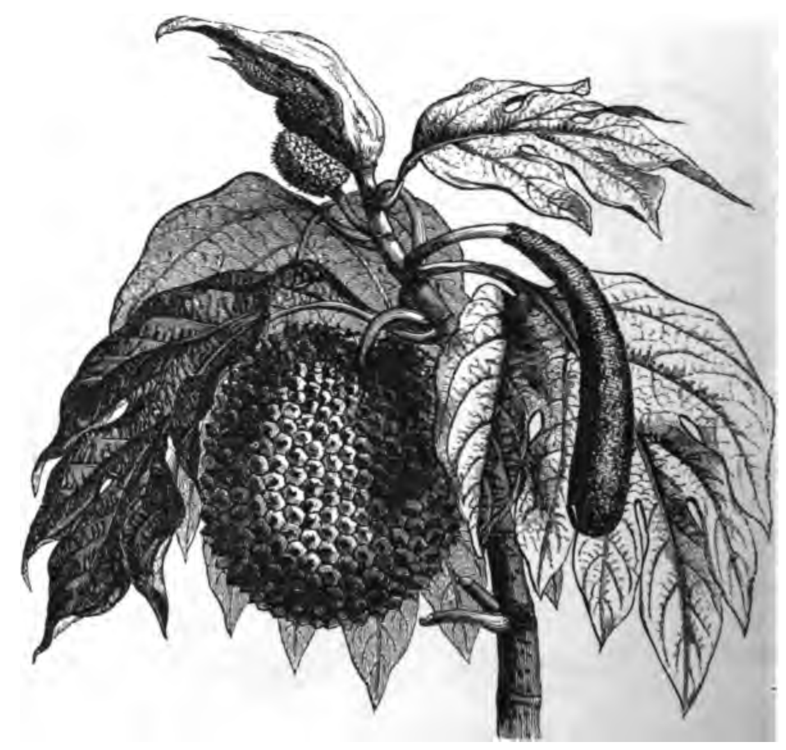
nennt, und welcher in jenen Teil des Oogoniums hinabrückt, welcher der Mikropyle gegenüberliegt, teilt sich; die entstandenen Teilkerne teilen sich bei den meisten Arten neuerdings, und alle Kerne, welche auf diese Weise im Oogonium entstanden sind, umgeben sich mit einer Schicht aus Plasma. Bei den Gnetaceen, welche den bedecktsamigen Phanerogamen insofern am meisten ähnlich sehen, weil ihre Blüten mit einer als Perigon gedeuteten Hülle ausgestattet sind, entstehen durch diese Teilung 2—8 Tochterkerne, um welche sich Plasma ansammelt, und die sich dann mit einer Haut umgeben. Die auf diese Weise entstandenen Zellen gehen unter sich keine Verbindung ein. Jede derselben gestaltet sich zu einem Schlauche, welcher die Wand des Oogoniums durchbricht und in das Speichergewebe unterhalb des



Sammelfrüchte: 1. Längsschnitt durch die Sammelfrucht von Anona muricata. — 2. Sammelfrucht von Anona squamosa. — 3. Querschnitt durch diese Frucht. — 4. Sammelfrucht von Piper Betle. (Nach Baillon.) Vgl. Text, S. 430.

Oogoniums hineinwächst. Von der Spitze dieses Schlauches grenzt sich eine Zelle besonders ab, und diese Zelle, beziehentlich der in ihr hausende Protoplast wird nun zum Keimlinge. Er wächst auf Kosten der Stoffe in dem umgebenden Speichergewebe und verdrängt dabei einen Teil des ausgesaugten Gewebes. Bei den Tannen, Fichten, Kiefern und anderen Koniferen, welche man unter dem Namen Abietineen zusammenfaßt, gehen aus dem befruchteten Eikerne durch wiederholte Zweiteilung vier Tochterkerne hervor, welche sich mit Plasma umgeben. Die so entstandenen Protoplasten wandern in den Grund des Oogoniums, gruppieren sich dort zu einer Rosette und scheiden auch Zellstoff zu einer Umhüllung ab. Die auf diese Weise gebildeten Zellen fächern sich durch Einschiebung querlaufender Scheidewände, und es entstehen drei Stockwerke von kreuzweise nebeneinander liegenden Zellen. Jene des mittleren Stockwerkes strecken sich hierauf, nehmen die Gestalt gekrümmter und verschlungener Schläuche an und wachsen durch die Wand des Oogoniums in das darunter liegende Speichergewebe hinein. Die Zellen des oberen Stockwerkes bleiben in dem Oogonium zurück, jene des unteren Stockwerkes aber werden durch

die erwähnten Schläuche in das Speichergewebe eingeschoben, wo sie sich auf Kosten der sie umgebenden Nährstoffe vergrößern, fächern und zu Keimlingen heranwachsen. Ein großer Teil des Speichergewebes bleibt übrigens stets zurück und wird erst später verwendet, wenn sich der reife Same von der Mutterpflanze getrennt hat. Der Keimling liegt daher in allen Fällen inmitten eines mit Fett und anderen Nährstoffen reichlich gefüllten Speichergewebes. Bei dem Wachholder, den Lebensbäumen, Cypressen und überhaupt bei allen Nadelhölzern, welche man unter dem Namen Cupressineen zusammenfaßt, entsteht nach der Befruchtung im Oogonium eine einfache Längsreihe aus drei Zellen. Die untere derselben wird zum Ausgangspunkte des Keimlinges, die mittleren und die oberen fächern sich jede in vier Zellen



Zweig des Brotfruchtbaumes (Artocarpus incisa) mit Pollenblüten, Fruchtblüten und einer Sammelfrucht. (Nach Baillon.) Vgl. Text, S. 430.

und gestalten sich zu einem Träger des Keimlinges. Indem sich dieselben strecken, wird die Zelle, welche den Ausgangspunkt des Keimlinges bildet, in das Speichergewebe unter dem Oogonium hinabgeschoben. Das Integument der Samenanlage gestaltet sich bei den nacktsamigen Phanerogamen ähnlich wie bei den bedecktsamigen zur **Samenschale**. Die Mikropyle, welche bei den tannenartigen Koniferen (Abietineen) von dem freien Rande der Fruchtschuppe weg und der Achse der Fruchtanlage zugewendet ist (s. Abbildung, S. 435, Fig. 7), bei den cypressenartigen Koniferen (Cupressineen) und den eibenartigen Koniferen (Taxineen) dagegen dem freien Rande der Fruchtschuppe zusieht (s. Abbildung, S. 437, Fig. 3, 4 und 6), wird vollständig abgeschlossen, und das ganze Integument wird sehr hart. Bei manchen Arten, wie z. B. der Pinie (Pinus Pinea) und der Zirbelkiefer (Pinus Cembra), erreicht die Samenschale einen Durchmesser von 1,4—2 mm, und der Same macht den Eindruck einer Nuß. Die Samen der Zirbelkiefer führen auch im Volksmunde den Namen Zirbelnüsse. Die Samen der Kiefern, Tannen und Fichten sind mit einem einseitig sich

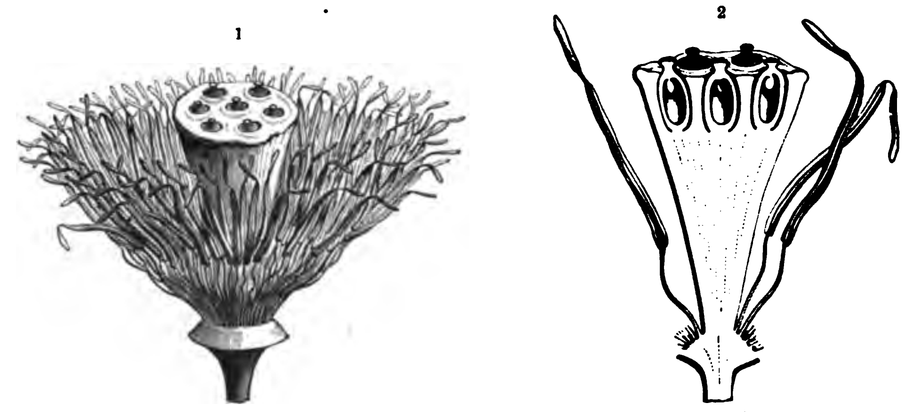
verlängernden Flügel besetzt (s. Abbildung, S. 435, Fig. 3, 4 und 5), welcher bei der Verbreitung durch den Wind eine Rolle spielt. Bei Gingko biloba wächst das Integument zu einer fleischigen Masse heran, und der reife Same hat das Ansehen einer gelben, saftigen Pflaume (s. Abbildung, S. 437, Fig. 7). Auch bei Cycas revoluta (s. Abbildung, S. 70, Fig. 7) wird das Integument fleischig, färbt sich rot und erreicht die Größe eines Taubeneies.



Nelumbo speciosa mit Früchten. (Nach einer Photographie.) Vgl. Text, S. 430.

Die Samenanlagen der Abietineen und Cupressineen sitzen auf flachen, schüsselförmigen oder schildförmigen Schuppen, deren Ausgangspunkt eine bald sehr verlängerte, bald sehr verkürzte Achse bildet (s. Abbildung, S. 435, Fig. 7, 8 u. 9, und S. 437, Fig. 3, 4 u. 6). Diese Schuppen gestalten sich nach der Befruchtung zu einem Teile der Frucht und werden als Fruchtschuppen beschrieben. In vielen Fällen, so namentlich bei der Tanne (Abies pectinata; s. Abbildung, S. 435, Fig. 1, 2, 3 u. 4) und der Lärche (Larix; s. Abbildung, S. 435, Fig. 8), stehen unter diesen Fruchtschuppen noch andere deutlich getrennte blattartige Gebilde,

welche als Deckschuppen angesprochen werden. Bei den Kiefern (Pinus) sind diese Deckschuppen mit den Fruchtschuppen verschmolzen, und man deutet den warzenförmigen, unter dem Namen Apophyse bekannten Fortsatz an der Rückseite der holzigen Fruchtschuppe als angewachsene Deckschuppe (s. Abbildung, S. 437, Fig. 2). Bei den Abietineen ordnen sich die Fruchtschuppen entlang einer um die spindelförmige Achse herumlaufenden Schraubenlinie (s. Abbildung, S. 435, Fig. 1, und Band I, S. 373), bei den Cupressineen sind sie in zwei- oder dreigliederige Wirtel geordnet (s. Abbildung, S. 436, Fig. 6 u. 7, und S. 437, Fig. 3 und 5). Sowohl bei den einen als bei den anderen legen sich die Ränder der Fruchtschuppen aufeinander, und die Samen ruhen in den eng begrenzten Räumen zwischen den sich deckenden Schuppen versteckt (s. Abbildung, S. 436, Fig. 6, und S. 437, Fig. 5). Es entsteht auf diese Weise eine Sammelfrucht, welche Zapfen (conus) genannt wird. Werden die Schuppen trocken, fest und holzig, so spricht man von einem Holzzapfen (s. Abbildung, S. 435, Fig. 1, und S. 437, Fig. 1, 2 und 5), wird das Gewebe der Schuppen saftig, so nennt man



Nelumbo speciosa: 1. Blüte, von welcher die Blumenblätter entfernt wurden. — 2. Längsschnitt durch eine solche Blüte, beziehentlich durch drei in den Torus eingesenkte Fruchtanlagen. (Nach Baillon.) Vgl. Text, S. 430.

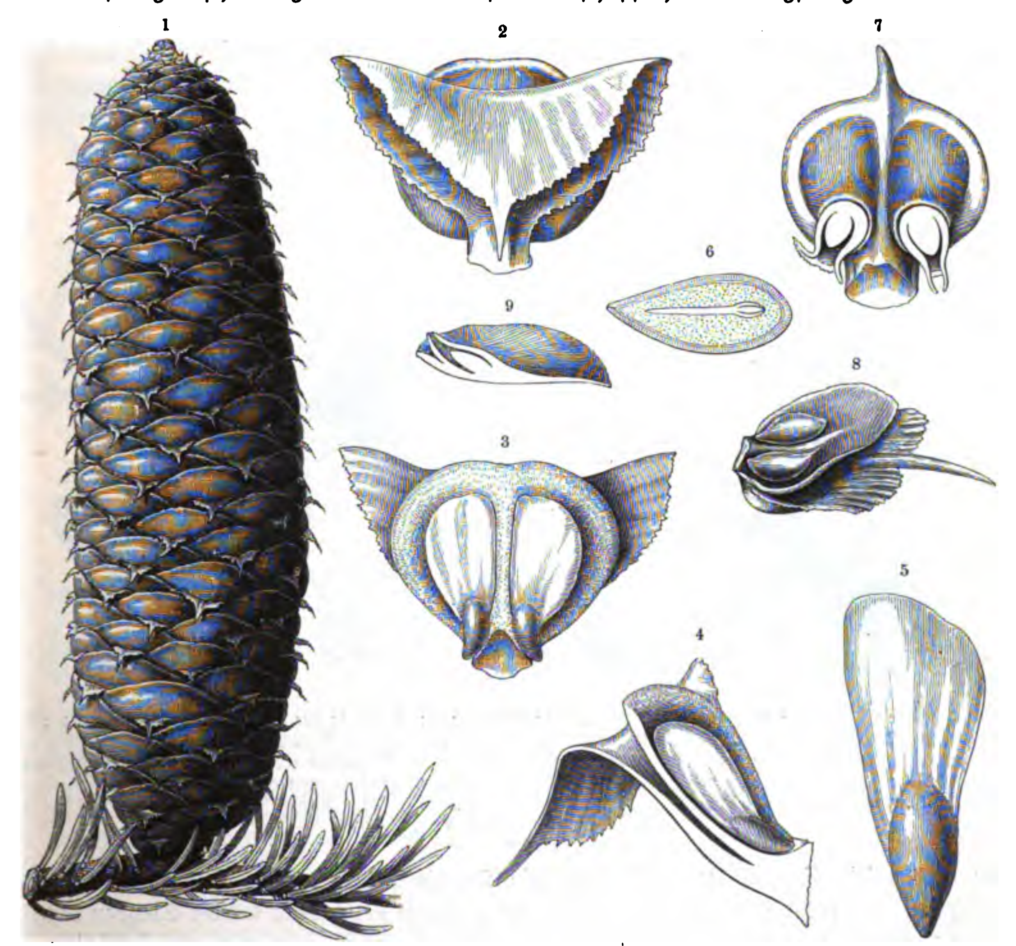
die Sammelfrucht Fleischzapfen. An dem Aufbaue der Fleischzapfen beteiligen sich nur 2 oder 3 Wirtel von Fruchtschuppen; die Fruchtachse ist sehr kurz, und die ganze Sammelfrucht hat das Ansehen einer rundlichen Beere. Ein allbekanntes Beispiel hierfür sind die „Wachholderbeeren", mit welchem Namen der Volksmund die Fleischzapfen des Wachholders (Juniperus communis; s. Abbildung, S. 436, Fig. 7 und 8) bezeichnet.

Die unter dem Namen Taxineen zusammengefaßten nacktsamigen Phanerogamen entwickeln keine Zapfen. Die Samen derselben stehen gepaart oder vereinzelt am Ende besonderer kurzer Sprosse, oder aber sie entspringen von der Fläche kleiner Fruchtschuppen. Die pflaumenartigen Samen des Gingko (Gingko biloba) stehen zu zweien am Ende eines dünnen Stieles, welcher an einen Kirschenstiel erinnert (s. Abbildung, S. 437, Fig. 7). Die Samen der Eibe (Taxus baccata) stehen vereinzelt am Ende eines kurzen, mit kleinen Schüppchen besetzten Sprosses und sind zur Zeit der Reife bis über die Mittelhöhe von einem fleischigen, saftreichen, scharlachroten Gewebe umwallt (s. Abbildung, S. 436, Fig. 1, 4 u. 5). Diese fleischige Masse, welche sich als ringförmige Wucherung vom Ende des Stielchens der Samenanlage erhebt, gilt aber nicht als Fruchtschuppe, sondern als Samenmantel (arillus). Auch bei den Arten der Gattung Podocarpus kommt ein eigentümlicher Samenmantel zur Entwickelung.

Die Samen der Cykadeen gehen bei einigen Arten von zapfenförmig gruppierten Fruchtschuppen aus und haben eine holzige Schale, bei anderen entsprechen sie den Abschnitten der Fruchtschuppen oder Fruchtblätter und besitzen, wie schon oben erwähnt, eine aus dem

Integument hervorgegangene fleischige Schale. Die Samen der Gnetaceen werden bei einigen Gattungen, wie z. B. bei dem Meerträubel (Ephedra), zur Zeit der Reife von dem fleischig gewordenen Perigon umwallt, bei anderen dagegen entstehen zapfenförmige Sammelfrüchte, und wieder bei anderen erscheinen die unterhalb der Samenanlagen stehenden Blattgebilde zu einem Becher verwachsen.

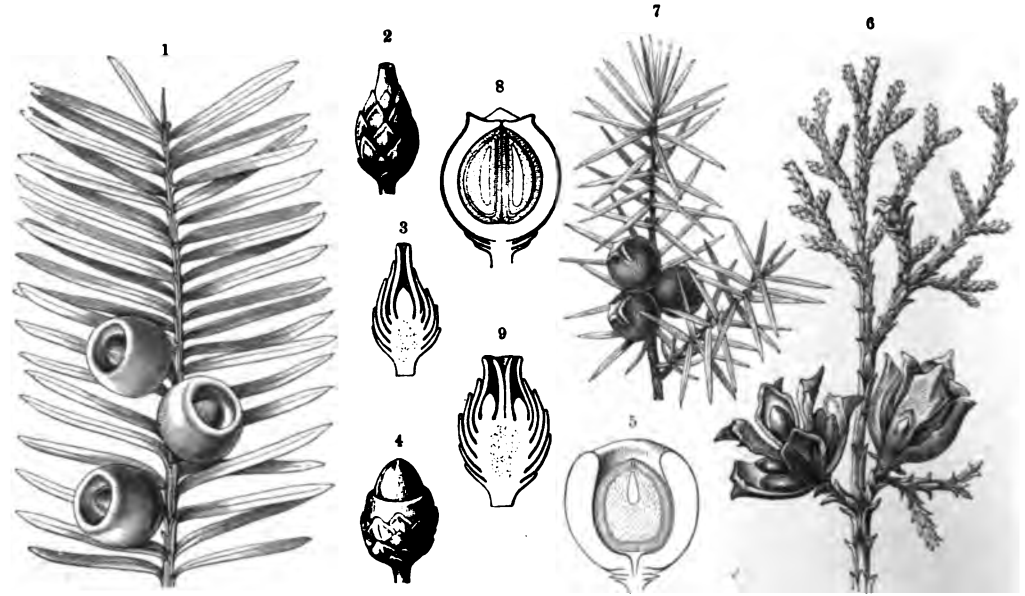
Wie schon aus diesen kurz bemessenen Bemerkungen hervorgeht, ist die Fruchtbildung der nacktsamigen Phanerogamen von einer fast unerschöpflichen Mannigfaltigkeit und dabei



Fruchtblüten, Früchte und Samen der Koniferen: 1. Zapfen der Edeltanne (Abies pectinata). — 2. Deckschuppe und Fruchtschuppe aus diesem Zapfen, von der Außenseite. — 3. Die beiden von der Fruchtschuppe getragenen geflügelten Samen und dahinter die Deckschuppe. — 4. Längsschnitt durch die Fruchtschuppe und Deckschuppe. Auf der Fruchtschuppe einer der geflügelten Samen. — 5. Geflügelter Same. — 6. Längsschnitt durch den Samen. — 7. Eine einzelne Fruchtblüte der Kiefer (Pinus silvestris). — 8. Eine einzelne Fruchtblüte der Lärche (Larix Europaea) mit der darunter stehenden Deckschuppe. — 9. Längsschnitt durch die Fruchtblüte der Lärche. — Fig. 1 in natürlicher Größe; die anderen Figuren vergrößert. Vgl. Text, S. 433 und 434.

doch in allen Fällen von jener der bedecktsamigen Phanerogamen verschieden. In einem Punkte herrscht aber eine große Übereinstimmung. Das Ziel des Entwickelungsganges ist bei allen Phanerogamen das gleiche: der Aufbau eines kräftigen Keimlinges, die Ausbildung von Schutzmitteln desselben gegen nachteilige äußere Einflüsse und die Herstellung von Ausrüstungen zur Verbreitung und zur Ansiedelung der von der Mutterpflanze sich trennenden Samen, welche den zu einem selbständigen Haushalte schreitenden Keimling enthalten.

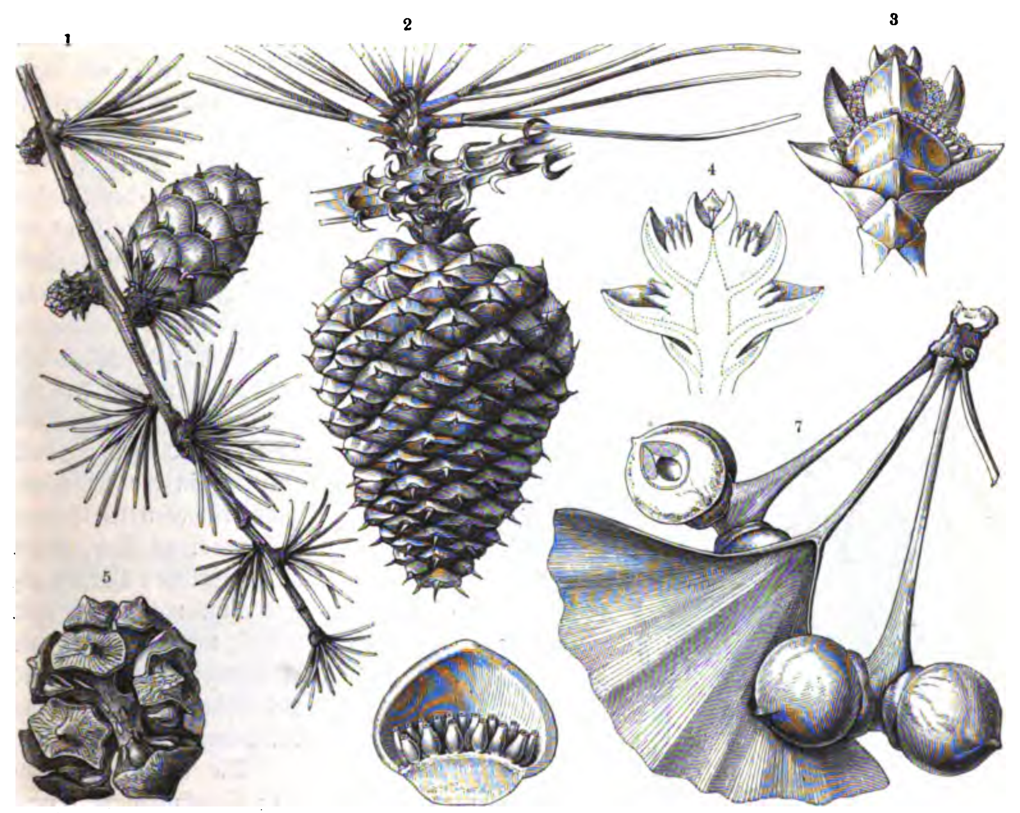
Die Schutzmittel, deren der Keimling bedarf, solange er noch im Verbande mit der Mutterpflanze steht, richten sich einerseits gegen die nachteiligen Angriffe gewisser Tiere, anderseits gegen die Ungunst der Witterung. Jene gegen die Angriffe der Tiere sind in einigen Fällen an der Samenschale, in anderen Fällen am Samengehäuse, wieder in anderen Fällen an der Fruchtdecke und Fruchthülle und mitunter auch an dem Stamme, über welchen der Weg zu den Früchten führt, ausgebildet. Sie lassen sich in mehrere Gruppen teilen. In die erste Gruppe gehören Dornen, Stacheln und stechende Borsten, welche insbesondere am Samengehäuse, an den Fruchtdecken und Fruchthüllen angetroffen werden. Die Kapseln des Stechapfels (Datura Stramonium), die Kapsel der Bixa orelana (s. Abbildung, S. 438), die mit drei Klappen aufspringende Trockenfrucht



Fruchtblüten, Früchte und Samenanlagen der Koniferen: 1. Zweig der Eibe (Taxus baccata) mit reifen Früchten. — 2. Fruchtblüte. — 3. Längsschnitt durch eine Fruchtblüte. — 4. Junge Frucht. — 5. Durchschnitt durch die reife Frucht, beziehentlich den Samen und Samenmantel der Eibe. — 6. Zweig mit Fruchtblüten und reifen aufgesprungenen Zapfenfrüchten des Lebensbaumes (Thuja orientalis). — 7. Zweig des Wachholders (Juniperus communis), mit Beerenzapfen. — 8. Längsschnitt durch einen Beerenzapfen. — 9. Fruchtblüte des Wachholders. — Fig. 1, 6 und 7 in natürlicher Größe; die anderen Figuren vergrößert. Vgl. Text, S. 434.

der Schrankia (s. Abbildung, S. 439, Fig. 2), die Hülsen der russischen Süßholzstaude (Glycirrhiza echinata), die aus dem Kelche gebildete Fruchtdecke der die Steppen bewohnenden Arnebia cornuta und die Fruchthülle der Kastanie (Castanea vesca; s. Abbildung, S. 439, Fig. 4) mögen hierfür als Beispiele dienen. Auch an nacktsamigen Phanerogamen wird diese Art des Schutzes beobachtet. Mehrere Kiefern, für welche die nordamerikanische Pinus serotina als Vorbild gelten kann, haben Zapfen, welche ringsum mit kurzen, sehr spitzen Nadeln besetzt sind (s. Abbildung, S. 437, Fig. 2), so daß bis zur Zeit der Trennung der Schuppen und des Ausfallens der geflügelten, dem Winde preisgegebenen Samen kein Tier es wagen wird, diese Zapfen anzugreifen. Von besonderem Interesse sind auch einige Schotengewächse (Tetractium quadricorne, Matthiola bicornis, tricuspidata; s. Abbildung, S. 439, Fig. 3), bei denen sich nur am Ende der Frucht neben dem abdorrenden kurzen Griffel 2, 3 oder 4 feste, spreizende Spitzen ausbilden, welche den weidenden Tieren drohend entgegenstarren. Noch seltsamer und einer besonderen Beschreibung wert sind die Mimosen aus der Verwandtschaft der Sinnpflanze (z. B. Mimosa pudica, polycarpa,

hispidula), für welche die zuletzt genannte als Vorbild hingestellt sein soll (s. Abbildung S. 439, Fig. 1). Die Hülsen sind hier zu einem Knäuel vereinigt. Sowohl die Rückennaht als die Bauchnaht jeder Hülse wird von einer Rippe gebildet, welche zwei Reihen scharfer, kurzer Stacheln trägt. Dieser stachelige, die Hülse wie ein Rahmen einfassende Besatz verscheucht alle Tiere, welche etwa nach den ausreifenden Früchten lüstern sein sollten. Wenn dann die Samen reif geworden sind, fallen die Hülsen aus dem bestachelten



Fruchtblüten, Früchte und Samen der Koniferen: 1. Zweig der Lärche (Larix Europaea) mit reifen Zapfen. — 2. Zweig der Pinus serotina mit reifem Zapfen. — 3. Blütenstand der Cypresse. — 4. Längsschnitt durch diesen Blütenstand. — 5. Aufgesprungener Zapfen der Cypresse (Cupressus sempervirens). — 6. Einzelne Fruchtblüte der Cypresse. — 7. Zweig von Gingko biloba mit unreifen Früchten. — Fig. 1, 2, 5 und 7 in natürlicher Größe; die anderen Figuren vergrößert. Vgl. Text, S. 433 und 434.

Rahmen heraus und werden durch die Luftströmungen verbreitet. Gewöhnlich spalten sich die ausfallenden Hülsen in mehrere Glieder von sehr geringem Gewichte und einer verhältnismäßig großen Angriffsfläche, so daß sie, durch den Wind erfaßt, sehr weit fortgetragen werden können.

In allen diesen Fällen reicht der Schutz nur bis zur Zeit der vollen Reife der Samen. Ist diese eingetreten und haben die Samen die Mutterpflanze verlassen, so ist auch die Bedeutung der Stacheln als Schutzmittel zu Ende. Gewöhnlich bleiben die bestachelten, zur Reifezeit geöffneten Hüllen der Samen an der Mutterpflanze zurück, und nur in seltenen Fällen, wie z. B. bei der Flügelfrucht des Centrolobium robustum (s. Abbildung, S. 439, Fig. 5), löst sich das bestachelte geschlossene Samengehäuse ganz von dem Fruchtstiele ab. Geschieht dies, so haben die Stacheln noch weitere Aufgaben zu erfüllen, insbesondere haben sie als Verbreitungsmittel und bei der Befestigung der Samen an das Keimbett eine wichtige

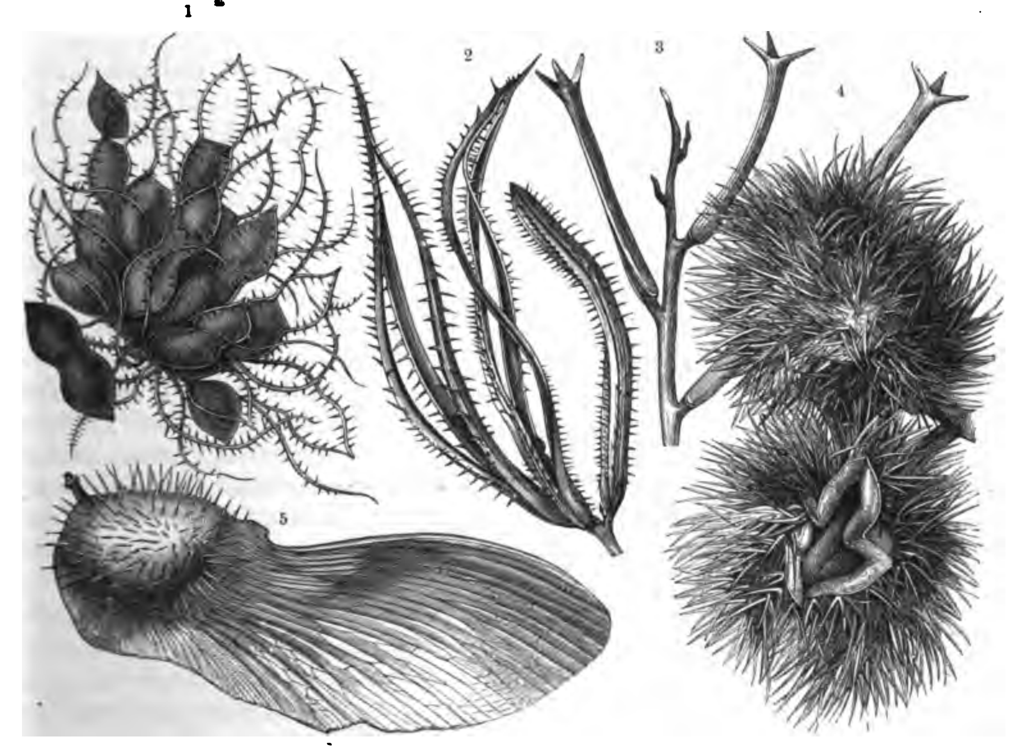
Rolle zu spielen. Bei Pflanzen mit fleischigen, saftreichen Früchten, deren Samen durch Vögel verbreitet werden, würde es nichts weniger als vorteilhaft sein, wenn die Frucht auch noch zur Zeit ihrer vollen Reife mit spitzen Stacheln besetzt wäre. In der That lösen sich bei solchen Pflanzen die Stacheln und Borsten, wenn solche bis zur Zeit des Reifens vorhanden waren, ab, und die fleischige Frucht, welche eine Beute der Vögel werden soll, ist dann unbewehrt. Die Früchte der zu den Nopalen gehörigen **Mucuna prurita** sind während ihrer Entwickelung dicht mit braunen, spindelförmigen Borsten besetzt. Jede Borste besteht aus einer Zelle, ist hohl und enthält einen scharfen Saft; an dem freien Ende sitzen kleine Papillen, welche mit ihrer Spitze rückwärts gerichtet und wie Widerhaken wirksam sind. Diese Borsten bohren sich bei der leisesten Berührung in die Haut ein und erzeugen unausstehliches Jucken und heftige Entzündungen. Solange diese Borsten auf der Frucht sitzen, unternimmt kein auf Pflanzenkost angewiesenes Tier einen Angriff; sobald aber die in der fleischigen Masse eingebetteten Samen reif geworden sind, fallen die gefährlichen Borsten ab, und nun nahen sich auch Vögel, um die Früchte als Nahrung aufzunehmen, was weiterhin die Verbreitung der Samen im Gefolge hat.



Schutzmittel der ausreifenden Samen gegen die Angriffe der Tiere. **Bixa orelana**, mit Blüten und Früchten. Drei Früchte aufgesprungen, so daß die Samen sichtbar sind. (Nach Baillon.) Vgl. Text, S. 436.

Die unter dem Namen Hagebutten bekannten Früchte der Rosen reifen im Herbste, fallen aber auch dann, wenn sie vollständig ausgereift sind, nicht von ihren Tragzweigen ab. Die Samen sind in kleinen, sehr harten Nüßchen und diese in dem fleischig gewordenen Blütenboden eingebettet. Die Verbreitung soll durch Dohlen, Amseln und dergleichen vermittelt werden, welche angeflogen kommen, die Hagebutten ihres Fruchtfleisches wegen als Nahrung zu sich nehmen, das Fruchtfleisch verdauen, die harten Nüßchen aber unverdaut mit dem Kote an Stellen absetzen, welche von den Standorten der Mutterpflanze mehr oder weniger weit entfernt sind. Während die genannten Vögel willkommene Gäste sind und durch die auffallende Farbe der Hagebutten sogar angelockt werden, sind Mäuse und andere kleine Nager in hohem Grade unwillkommen; denn sie zernagen die Nüßchen, welche in dem Fruchtfleische der Hagenbutten stecken, und verzehren mit großer Geschwindigkeit auch den Inhalt der Nüßchen, den Samen. Gegen diese bösen Gäste sollen die Hagebutten ausgiebig geschützt sein. Und sie sind es auch. Die Stämme und Zweige, über welche die gefährlichen kleinen Nager den Weg zu den Früchten einschlagen müßten, starren

von Stacheln, welche mit ihrer gekrümmten, scharfen Spitze abwärts sehen und den Mäusen das Emporklettern unmöglich machen. Im Spätherbste, wenn die Mäuse von den Feldern abziehen und in den von Menschen bewohnten Räumen ihr Winterquartier aufschlagen, habe ich von den Rosensträuchern meines Gartens wiederholt Hagebutten abgepflückt und sie am Abende auf die Erde unter die Rosensträucher gelegt. Jedesmal waren sie am folgenden Morgen von den Mäusen angenagt und vernichtet, während die an den Zweigen stehen gelassenen Hagebutten unberührt blieben. Ähnlich wie die Hagebutten sind auch die Früchte mehrerer niederer Palmen durch Stachelkränze an den Stämmen, durch stechende Nadeln an



Schutzmittel der ausreifenden Samen gegen die Angriffe der Tiere. 1. Mimosa hispidula — 2. Schrankia — 3. Matthiola tricuspidata. — 4 Castanea vesca. — 5. Centrolobium robustum. Vgl. Text, S. 436 und 437.

den Hüllen und hakenförmig gekrümmte spitze Zähne an jenen Blattstielen, über welche sich die Nagetiere den Früchten nähern könnten, geschützt. Ebenso findet man die Beeren mehrerer staudenförmiger Nachtschattengewächse (z. B. Solanum sodomaeum und sisymbriifolium) sowie die Früchte der Brombeeren mit zahllosen stechenden Borsten und Stacheln sowohl am Stengel als auch an den Fruchtstielen und Kelchen gegen aufkriechende Tiere gesichert. Bei mehreren Arten der Gattung Hecksame, so namentlich Ulex Gallii, micranthus und nanus, sind die Hülsen über Zweige verteilt, welche ringsum von Dornen starren. Die Dornen ragen über die Hülsen hinaus, sind bogenförmig gekrümmt, und ihre scharfe Spitze ist gegen die Erde gerichtet. Mäuse, welche über diese Zweige emporklettern und die zwischen den Dornen versteckten Hülsen aufsuchen wollten, würden diesen Versuch teuer bezahlen.

Daß außer den Nagern auch noch andere unwillkommene Gäste aus der Tierwelt, namentlich Raupen, Schnecken, Ohrwürmer, Asseln und dergleichen, abgehalten werden sollen, ist selbstverständlich. Für gewisse Raupen haben die grünen Samengehäuse und für andere wieder die Samen selbst eine besondere Anziehungskraft. Inwieweit es für Nelkengewächse,

Schmetterlingsblütler und einige Arten der Gattung Yucca von Vorteil ist, wenn ein Teil ihrer Samen den Raupen zum Opfer fällt, wurde auf S. 151—156 ausführlicher erörtert. Es ist hier auch daran zu erinnern, daß durch die Stacheln und Dornen, insbesondere durch jene, deren Spitzen schräg nach aufwärts gerichtet sind, das Laub der betreffenden Pflanze gegen die weidenden Tiere geschützt wird (s. Band I, S. 401). Bei den oben erwähnten Hecksamen (Ulex) kann man sehen, daß die Spitzen jener Dornen, welche an dem Gipfel der Zweige entspringen, den weidenden Tieren entgegenstarren, während die tiefer abwärts von den Zweigen ausgehenden Dornen, welche gegen die Erde gekrümmt sind, das Emporklettern der Mäuse verhindern.

Eine eigentümliche Schutzvorrichtung wird an den Fruchtkelchen gewisser Lippenblütler, namentlich des Thymians, des Bergthymians und der Ballote (**Thymus, Calaminta, Ballota**), beobachtet. Nachdem die Befruchtung stattgefunden hat, fällt die Blumenkrone ab, der Kelch aber, in dessen Grunde vier Nüßchen heranwachsen sollen, bleibt zurück und bildet eine becherförmige Fruchtdecke. Damit nun dort die Entwickelung der Nüßchen ohne Störung vor sich gehen kann, wird die Mündung des Bechers abgesperrt. Es erscheint nämlich dort ein Haarkranz eingeschaltet, welcher von den kleinen, samenfressenden Tieren nicht durchdrungen werden kann. Welche Bedeutung diesen Haarkränzen überdies bei dem Ausschleudern der Früchtchen zukommt, wird an anderer Stelle zu erörtern sein.

In manchen Fällen werden die Früchte, beziehentlich die Samen gegen die ungebetenen Gäste aus der Tierwelt nicht durch abwehrende Dornen, Stacheln, Borsten und Haare, sondern dadurch unzugänglich gemacht, daß sie während des Ausreifens an langen dünnen Stielen hängen. Es wäre für die Mäuse ein gefährliches Wagnis, entlang der schwankenden Stengel und Stiele zu den hängenden Hülsen der Erbsen (Pisum) sowie zu jenen der Wicken (Vicia dumetorum, pisiformis, silvatica) emporzuklimmen. Wenn zufällig einmal eine dieser Hülsen eine Lage einnimmt, derzufolge sie auf einem anderen Wege leicht erreicht werden kann, dann ist sie auch so gut wie verloren, denn die nahrhaften Samen in diesen Hülsen bilden für die Mäuse eine sehr begehrte und viel umworbene Speise. Daß mittels der langen, schwankenden Stiele auch die Kirschen gegen die Angriffe der Ohrwürmer, Asseln und anderen Ungeziefers geschützt sind, geht aus dem Umstande hervor, daß jene Kirschen, welche man abgepflückt, unter dem Baume auf den Boden gelegt und so den flügellosen Tieren zugänglich gemacht hat, von diesen schon nach wenigen Stunden belagert und angefressen werden.

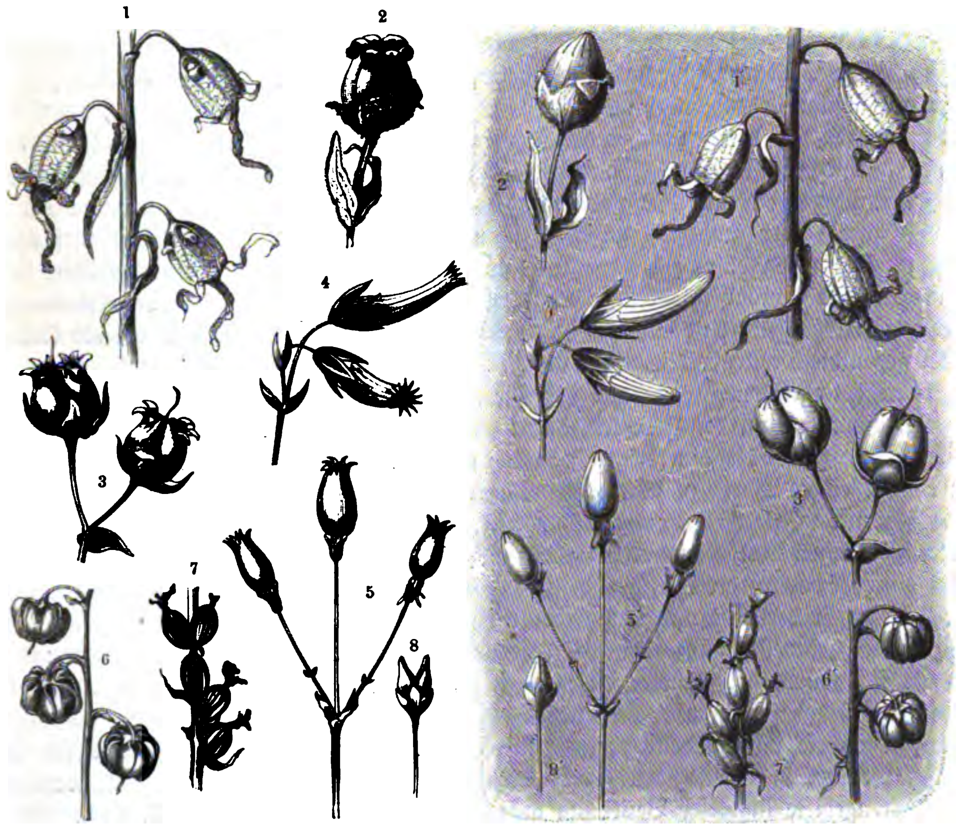
Wo als Anlockungsmittel für die zur Samenverbreitung berufenen Tiere fleischige, saftreiche Gewebe ausgebildet werden, kann man mit Sicherheit darauf rechnen, daß diese Gewebe vor der Reife der Samen nichts weniger als begehrenswert erscheinen. Sie werden dies erst, wenn die Samen schon keimfähig und befähigt sind, sich selbständig ohne weitere Beihilfe der Mutterpflanze weiter zu entwickeln. Es braucht hier nur an die unreifen Kirschen, Pflaumen, Birnen, Äpfel und Weinbeeren erinnert zu werden. Schon bei früherer Gelegenheit, als die Stoffwandlung in der lebenden Pflanze zur Besprechung kam (s. Band I, S. 431), wurde darauf hingewiesen, daß die fleischigen Teile der Frucht infolge des Gehaltes an bitteren oder giftigen Glykosiden so lange herb und ungenießbar sind, als die in denselben geborgenen Samen ihre Entwickelung noch nicht abgeschlossen haben. Später werden diese Glykoside umgesetzt, sie spalten sich durch die in den unreifen Früchten reichlich vorhandenen Säuren in Zucker und verschiedene andere unschädliche Stoffe, und so kommt es, daß dasselbe Gewebe, welches bisher herb, sauer, ungenießbar und abschreckend war, jetzt süß und schmackhaft ist und als ein Anlockungsmittel für jene Tiere wirksam wird, welche die Verbreitung der Samen auf eine späterhin noch ausführlicher zu schildernde Weise besorgen. Sehr lehrreich ist in dieser Beziehung auch die

Walnuß (Juglans regia). Die Nuß ist so lange von einer taninreichen, äußerst herben, fleischigen Hülle umgeben, als der in ihr geborgene Same die Keimfähigkeit nicht erreicht hat. Man hat noch niemals gesehen, daß diese Hülle von einem Nußhäher oder einem anderen nach Nüssen fahndenden Tiere berührt worden wäre. Sobald aber der Same ausgereift ist, zerklüftet die fleischige Hülle, sie schwärzt sich, wird matsch, schrumpft zusammen und hebt sich von der Nuß in Form unregelmäßiger Borken ab. Die Nuß wird sichtbar und zugänglich, und jetzt stellen sich auch die Nußhäher und andere Tiere ein, welche die Verbreitung dieser Früchte zu besorgen haben. In vielen Fällen sind es nicht so sehr bittere und sauere, sondern stark duftende, harzige und klebrige Stoffe, welche die Zellen und Gänge in den äußersten Schichten der Frucht so lange erfüllen, bis der Same im Inneren keimfähig geworden ist. So z. B. sind die Schuppen an dem Zapfen der Zirbelkiefer (Pinus Cembra) bis zur vollendeten Reife der von ihnen verdeckten Samen ungemein harzreich. Ritzt man sie mit einem Messer, so quillt Pech hervor, welches an der glatten Messerklinge anhaftet und nur schwer wieder entfernt werden kann. Wollte jetzt ein Tannenhäher die Samen durch Aufhacken der Zapfenschuppen mit dem Schnabel gewinnen, so würde er sich mit Pech besudeln. Diese Tiere unterlassen es auch, um diese Zeit die Samen aus den Zapfen zu lösen, und warten die volle Reife der Samen ab. Ist diese eingetreten, so werden die Zapfen trocken, ihre Schuppen trennen sich von selbst, und die Samen sind jetzt leicht zu gewinnen. Wie durch die genannten Tiere die Verbreitung der Zirbelnüsse, Walnüsse und dergleichen erfolgt, wird in einem späteren Abschnitte zu erörtern sein. Hier ist nur noch der wegen ihrer Klebrigkeit oder ihres eigentümlichen Duftes den Tieren unangenehmen Überzüge an der Oberfläche der Samengehäuse und Fruchthüllen als Schutzmittel gegen unwillkommene Angriffe zu gedenken. Die Hülsen mehrerer Schmetterlingsblütler, so namentlich der verschiedenen Arten von Adenocarpus (A. decorticans, Hispanicus ꝛc.), sind an den Kielen und an den beiden Breitseiten ganz dicht mit klebrigen, kurz gestielten, braunen Drüsen besetzt, welche gewiß nicht als Verbreitungsmittel, sondern als Schutzmittel der in den Hülsen enthaltenen ausreifenden Samen zu deuten sind. Dasselbe gilt von den Nüßchen des Hanfes (Cannabis sativa); nur ist da nicht das Samengehäuse, sondern es sind die Deckblätter, unter welchen die Samengehäuse geborgen sind, mit schmierigen, stark duftenden Stoffen überzogen. An dem Hopfen (Humulus Lupulus) sind die Deckblätter und zwar in der nächsten Umgebung der Nüßchen mit Drüsen besetzt, deren Duft den Tieren widerlich sein muß, weil keines derselben den Versuch macht, sich den Nüßchen zu nähern. Selbst die zudringlichen Sperlinge werden durch diese Schutzmittel abgehalten, die Früchte des Hanfes und Hopfens, solange diese noch unreif sind, anzugreifen.

Nicht weniger wichtig als der Schutz gegen die Angriffe unberufener Gäste aus der Tierwelt ist für den Keimling der Schutz gegen nachteilige Einflüsse der Witterung. Feuchtigkeit und Trockenheit können das für die Pflanze notwendige Maß weit überschreiten, und es ist von vornherein zu erwarten, daß Einrichtungen getroffen seien, durch welche dem Keimlinge, solange er noch im Verbande mit der Mutterpflanze steht, von dieser der nötige Schutz einerseits gegen überschwengliche Nässe, anderseits gegen zu weit gehende Austrocknung geboten werde. Die Keimlinge, beziehentlich die Samen, welche in Beeren, Pflaumen und Schließfrüchten eingebettet sind, sowie jene in den aufspringenden Trockenfrüchten, welche im Augenblicke des Aufspringens ausgeschleudert werden, kommen in dieser Beziehung wohl nur wenig in Betracht, dagegen ist bei den Samen, welche in Kapseln geborgen sind, zumal in Kapseln, die mit Klappen, Zähnen und Löchern aufspringen, die Gefahr vorhanden, daß sie ersäuft werden, wenn sich der Hohlraum der Kapsel bei Regenwetter mit Wasser füllt. Diese Gefahr ist nun dadurch beseitigt, daß die Klappen, Zähne und sonstigen Gebilde an der Mündung der Kapseln sehr hygroskopisch sind und sich bei Nässe rasch schließen

oder, was auf dasselbe hinauskommt, daß sie sich nur bei trockenem Wetter, insbesondere nur bei dem Wehen austrocknender Winde, öffnen. Um diese merkwürdige Einrichtung zum vollen Verständnisse zu bringen, ist es notwendig, daß schon hier die eigentümliche Verbreitung der in den erwähnten Kapseln geborgenen Samen in Kürze geschildert werde. Zunächst ist darauf hinzuweisen, daß alle mit Zähnen und Klappen sich öffnenden Kapseln von langen Stielen getragen werden, oder daß die Spindel, von welcher kurzgestielte Kapseln ausgehen, sehr in die Länge gestreckt ist. Diese Stiele und Spindeln sind stets biegungsfest. Sie werden durch Windstöße zum Schwanken gebracht, und der Kraft des Windstoßes entspricht die Kraft, mit welcher die in dem Gehäuse enthaltenen Samen ausgeschüttelt und ausgeschleudert werden. Aus den mit ihrer Mündung nach oben sehenden becherförmigen Kapseln des nickenden Leimkrautes (Silene nutans; s. Abbildung, S. 443, Fig. 5) können auch dann, wenn sie sich geöffnet haben, die Samen von selbst nicht ausfallen; sobald aber der Wind die langen Stiele nach einer Seite biegt, und wenn dann beim Nachlassen des Windes die Stiele zufolge ihrer Biegungsfestigkeit wieder die frühere Lage anzunehmen suchen, werden die Samen aus dem offenen Becher ausgeworfen. Damit das Auswerfen und Ausschütteln der Samen durch Vermittelung der biegungsfesten Stengel erfolgen kann, ist demnach unerläßlich, daß die Öffnungen der Samengehäuse nach oben gerichtet sind. Das ist auch bei der überwiegenden Mehrzahl der hier in Betracht kommenden Pflanzen der Fall. Wenn der Stiel als Blütenstiel überhängend war, wie bei dem erwähnten nickenden Leimkraute (Silene nutans; s. Abbildung, S. 150 und 151), so richtet er sich als Fruchtstiel steif in die Höhe, und wenn die Stiele auch nach dem Verblühen abwärts gekrümmt bleiben, wie bei der Glockenblume (Campanula; s. Abbildung, S. 443, Fig. 1) und dem Wintergrün (Pirola; s. Abbildung, S. 443, Fig. 6), so bilden sich die Löcher und Spalten nicht an dem gegen den Boden sehenden Scheitel, sondern an der nach oben sehenden Basis der Frucht aus. Diese für die Verbreitung der Samen so günstige Lage der Kapselöffnungen bedingt freilich die oben angedeutete Gefahr, daß das Wasser der atmosphärischen Niederschläge in das Innere der Kapsel gelangt, die dort für das Ausstreuen vorbereiteten Samen vorzeitig durchnäßt und verdirbt. Dem ist nun in der einfachsten Weise dadurch vorgebeugt, daß bei drohender Gefahr die Öffnungen der Kapseln geschlossen werden. Das Gehäuse der Kapseln ist sehr hygroskopisch, und dem entsprechend erfolgt auch das Schließen der Kapsel unter dem Einflusse von Nässe ungemein rasch. Die Abbildung, S. 443, bringt einige Beispiele für dieses Öffnen und Schließen. Bei dem schon wiederholt erwähnten nickenden Leimkraute (Silene nutans; Fig. 5) öffnet sich die Kapsel an dem aufwärts gerichteten Scheitel mit sparrig abstehenden, wenig gekrümmten Zähnen. Dasselbe gilt von der Doppelkapsel verschiedener Arten des Leinkrautes (z. B. Linaria Macedonica; Fig. 3). Bei dem großfrüchtigen Hornkraute (Cerastium macrocarpum; Fig. 4) ist die Kapsel seitlich eingestellt, etwas aufwärts gebogen und springt mit spitzen, wenig zurückgekrümmten Zähnen auf; bei der Taglichtnelke (Lychnis diurna; Fig. 2) öffnet sich die aufrechte Kapsel mit Zähnen, welche sich spiralig zurückrollen; bei den Glockenblumen (z. B. Campanula rapunculoides; Fig. 1) heben sich nahe an der Basis der Kapsel scharf umgrenzte Wandstücke wie Klappen ab, wodurch dort ebenso viele Löcher entstehen; bei den Wintergrünen (z. B. Pirola chlorantha; Fig. 6) entstehen an der nach oben sehenden Basis der hängenden Kapsel klaffende Spalten, und bei dem Fettkraute (Pinguicula vulgaris; Fig. 8) geht die aufrechte Kapsel in zwei Klappen auseinander. Wie alle diese Kapseln aussehen, wenn sie von Regen oder Tau befeuchtet werden, zeigen die Figuren 1′ bis 6′. Der Verschluß ist ein so vollkommener, daß von dem Eindringen der Nässe in das Innere des Gehäuses keine Rede sein kann, und so sind die dort geborgenen Samen gegen die Gefahr einer vorzeitigen Durchnässung auf das trefflichste geschützt. Wo sich nur schmale Spalten an den Seitenwänden der Kapsel

ausbilden, wäre es möglich, daß das Wasser durch diese eindringt und die Samen verdirbt. Aber gerade solche Kapseln sind ausnehmend hygroskopisch, und selbst eine schwache Benetzung mit Tau genügt, daß sich die bei trockenem Wetter offenen Spalten sofort wieder schließen, wenn die Feuchtigkeit der Luft zunimmt und Tau gebildet wird. Die Früchte unserer Wiesenorchideen, z. B. jene der Gymnadenia conopea (s. untenstehende Abbildung, Fig. 7 und 7'), zeigen diesen Vorgang in schönster Weise.



Schutzmittel der Samen gegen die nachteiligen Einflüsse der Witterung: 1. Kapsel der Campanula rapunculoides bei trockenem; 1' bei Regenwetter. — 2. Kapsel der Lychnis diurna bei trockenem; 2' bei Regenwetter. — 3. Kapseln der Linaria Macedonica bei trockenem; 3' bei Regenwetter. — 4. Kapseln des Cerastium macrocarpum bei trockenem; 4' bei Regenwetter. — 5. Kapseln der Silene nutans bei trockenem; 5' bei Regenwetter. — 6. Kapseln der Pirola chlorantha bei trockenem; 6' bei Regenwetter. — 7. Kapseln der Gymnadenia conopea bei trockenem; 7' bei Regenwetter. — 8. Kapsel der Pinguicula vulgaris bei trockenem; 8' bei Regenwetter. Vgl. Text, S. 442.

Kapselfrüchte, welche mit ihren Öffnungen abwärts sehen, gibt es nur wenige, und bei diesen ist die Verbreitung der Samen wesentlich anders, als sie oben geschildert wurde. Bei den Funkien (Funkia ovata, Sieboldi, subcordata 2c.) hängen die kurzgestielten Kapseln an einer aufrechten Spindel und springen bei trockenem Wetter an dem bodenwärts gewendeten Scheitel mit drei Klappen auf; aber mit diesem Aufspringen ist ein Zurückrollen der Ränder der Klappen verbunden, und hierbei wird schon ein Teil der Samen in die Luft geschleudert. Wiederholt hatte ich zu sehen Gelegenheit, daß die Samen der Funkien über einen Dezimeter weit ausgeschleudert wurden. Auch diejenigen Samen, welche bei dem Auswärtsrollen der Klappenränder zurückbleiben, fallen nicht, wie man erwarten möchte, aus der gestürzten, offenen Kapsel in nächster Nähe auf den Boden herab; sie sind an der Innenwand der Kapselklappen an zarten Fäden aufgehängt, haben die Form dünner Blättchen,

bieten daher dem Winde eine verhältnismäßig große Angriffsfläche dar, werden durch ihn von den Fäden abgerissen und wie Spreu aus der weit aufgeklappten Kapsel fortgeblasen.

Es muß hier auch darauf hingewiesen werden, daß in vielen Fällen das Öffnen der Früchte nur unter dem Einflusse trockener Winde erfolgt, und daß derselbe Wind, welcher die Austrocknung und infolgedessen das Aufspringen der Früchte veranlaßt, die im Augenblicke des Aufspringens ausfallenden Samen erfaßt und weithin verstreut. Am schönsten kann man diese Erscheinung an den Zapfen unserer Kiefer (Pinus silvestris) beobachten. Sie öffnen sich nur in den Nachmittagsstunden, wenn die größte Trockenheit herrscht und ein lebhafter Wind durch die Baumkrone streicht. In der Nähe der Bäume stehend, hört man dann in der Krone ein ganz eigentümliches, durch das rasche Trennen der Zapfenschuppen hervorgebrachtes Geräusch und sieht zugleich die aus den Zapfen fallenden geflügelten Samen wie Schmetterlinge durch die Lüfte dahinschweben. Die Zapfenschuppen dienen hier vorwiegend wohl als Schutzmittel gegen vorzeitige Durchnässung, gewiß aber auch noch gegen verschiedene andere Fährlichkeiten. Man darf überhaupt nicht vergessen, daß die Schutzmittel nur selten gegen eine einzige Gefahr gerichtet sind. Es ist ganz gut denkbar und kommt thatsächlich vor, daß dieselben Hüllen des Keimlinges, je nach der Jahreszeit, bald als ein schirmendes Dach gegen die Nässe, bald als ein Schutzmittel gegen die Trockenheit wirksam sind. Bisweilen mag dieselbe Hülle auch noch gegen die Angriffe ungebetener Gäste aus der Tierwelt schützen.

Ausbildungen an den Früchten, deren hauptsächlichste, wenn nicht einzige Bedeutung in dem Schutze des Keimlinges gegen die zu weit gehende Austrocknung oder, um es mit einem Worte zu sagen, gegen das Verdorren zu suchen ist, gibt es verhältnismäßig nur wenige. In einigen Landstrichen Neuhollands liegt die Pflanzenwelt monatelang in einer Art Sommerschlaf; es fällt zu dieser Zeit kein Regen, der Tau netzt kaum ein oder das andere Mal vorübergehend die Oberfläche des Erdreiches, und es herrscht eine Trockenheit der Luft und nachgerade auch des Bodens, welche die Pflanze nötigt, den Saftumtrieb zeitweilig ganz einzustellen. Wie dort das Laubwerk gegen das Vertrocknen geschützt ist, wurde bei früherer Gelegenheit erzählt (s. Band I, S. 273); aber auch die Keimlinge, welche sich in den Samenanlagen am Schlusse der Vegetationszeit ausgebildet haben, sollen die lange Trockenperiode ungefährdet überstehen, und das wird durch Samengehäuse erreicht, welche, was ihre Mächtigkeit anbelangt, alles übertreffen, was andere Florengebiete in dieser Beziehung aufweisen. Die Samen des auf S. 425, Fig. 2 abgebildeteten Xylomelum pyriforme sind in einem steinharten Gehäuse eingesargt, dessen Wand einen Durchmesser von 2 cm zeigt, und können daselbst der größten Trockenheit jahrelang ohne Nachteil widerstehen. Ähnlich verhält es sich auch mit den Samen, welche in den büchsenförmigen, dicken Gehäusen der neuholländischen Arten von Banksia und Eukalyptus (s. Abbildung, S. 423 und 425, Fig. 12 und 13) geborgen sind. Daß auch die Früchte der Steppenpflanzen in der heißen, regenlosen Zeit des Hochsommers eines Schutzes gegen das Vertrocknen des eingeschlossenen Keimlinges bedürfen, ist selbstverständlich. Unter diesen Pflanzen sind ganz besonders die hohen Doldengewächse aus der Gattung Prangos und Cachrys bemerkenswert, deren Spaltfrüchte einen dicken Panzer besitzen, dessen Gewebe lebhaft an Holundermark erinnert. In dieser gepanzerten Hülle liegt der zarte Keimling gegen Vertrocknung trefflich verwahrt, und es hat diese Fruchtform noch den Vorteil, daß sie bei verhältnismäßig bedeutendem Umfange doch nur ein sehr geringes Gewicht besitzt, so daß sie durch die Winde über die Steppe leicht verbreitet werden kann.

Bei den aufspringenden Trockenfrüchten und aufspringenden Fruchthüllen erstreckt sich der Schutz gegen ungünstige klimatische Verhältnisse nur auf so lange, als der Keimling im Verbande mit der Mutterpflanze steht; bei den Schließ- und Spaltfrüchten reicht er aber

noch weit darüber hinaus. Das Samengehäuse der zuletzt genannten Früchte dient dem Samen auch als Fahrzeug auf seiner Reise und als Hilfsmittel bei der neuen Ansiedelung. Im Verlaufe der Reise und während der Ansiedelung können manche widrige Umstände eintreten, und die schützende Hülle kann bei dieser Gelegenheit für den Keimling noch recht notwendig werden. Daß in allen Fällen, wo das Fruchtgehäuse oder die Fruchtdecke und Fruchthülle im Vereine mit den Samen von der Mutterpflanze abgelöst wird, jene Ausrüstungen, welche man sonst an der Samenschale sieht, nun am Fruchtgehäuse oder den in die Fruchtbildung einbezogenen Blumenblättern und Deckblättern beobachtet werden, ist eigentlich selbstverständlich. Nicht nur daß das Gehäuse, die Fruchtdecke oder die Fruchthülle so eingerichtet sind, daß sie sich als ein sicheres Gefährte für den Samen, sei es in der Luft oder im Wasser, eignet, auch zur Befestigung an dem neuen Ansiedelungspunkte ist die Oberfläche ähnlich wie sonst die Samenschale mit kleinen Grübchen und Furchen, Buckeln und Warzen, Riefen und Kämmen, Spitzen und Zacken oder auch mit Klebestoffen ausgestattet. Ebenso ist es von Wichtigkeit, daß an den Gehäusen Stellen vorgebildet sind, wo das Gewebe für Wasser durchlässig ist, oder wo es leicht verwest und zerfällt, und welche bei der Keimung durch das hervorwachsende Würzelchen des Keimlinges leicht durchbrochen werden können, wie das z. B. bei der Wassernuß und dem Samen des Rohrkolbens der Fall ist (s. Band I, S. 566, Fig. 3, 4, 11, 12 und 13).

Der Entwickelungszustand, in welchem der Keimling von der Mutterpflanze entlassen wird, zeigt eine lange Reihe von Abstufungen. An dem Gingko (Gingko biloba) ist zur Zeit, wenn der pflaumenartige Same abfällt, der Keimling noch gar nicht angelegt. Die Befruchtung hat stattgefunden, der Spermakern hat sich mit dem Kerne des Embryoplasten verbunden; aber nun tritt ein Stillstand der Entwickelung im Oogonium ein, und dieser Stillstand dauert so lange, bis der Same, dessen Schale inzwischen an Umfang ungewöhnlich zunahm und fleischig wurde, abgefallen ist. Erst jetzt beginnt auch der befruchtete Embryoplast sich weiter zu entwickeln und wächst auf Kosten der Stoffe im Speichergewebe zu einem stattlichen Keimlinge mit Würzelchen und Keimblättern heran. Bei den Orchideen sowie bei mehreren Schmarotzern und Verwesungspflanzen, namentlich bei der Sommerwurz, dem Fichtenspargel, dem Teufelszwirne und den Balanophoreen (s. Band I, S. 158 u. f.), enthält der von der Mutterpflanze abgetrennte Same bereits einen Keimling; derselbe besteht aber nur aus einigen gleichgestalteten Zellen, ist nicht gegliedert und macht fast den Eindruck eines Lagers. Bei den meisten anderen Phanerogamen ist an dem Keimlinge bereits eine deutliche Gliederung in ein Würzelchen und in einen Keimblattstamm, in die Anlage des Sproßblattstammes und in die Keimblätter zu erkennen. An dem Hornkraute (Ceratophyllum) ist der Sproßblattstamm bereits gestreckt und trägt sogar mehrere kleine Laubblättchen übereinander, und an Nelumbo zeigen die vom Sproßblattstamme ausgehenden Laubblätter eine deutliche Gliederung in Blattstiel und Blattspreite. Bei den Manglebäumen (s. Abbildung, S. 446, Fig. 1) wächst der Keimling im Verbande mit der Mutterpflanze zu außergewöhnlicher Größe heran. Das Würzelchen durchbohrt das Samengehäuse (s. Fig. 2), verlängert sich und gestaltet sich zu einem spindelförmigen Körper, der die Länge von 30—50 cm, die Dicke von 1—5 cm und das Gewicht von 80 g erreicht. Endlich löst sich der Keimling von dem Keimblatte, durch dessen Vermittelung er bisher die nötige Nahrung von der Mutterpflanze erhielt, fällt in den schlammigen Grund am Strande des Meeres, bohrt sich dort mit der Spitze seiner Wurzel ein und zeigt zu dieser Zeit an dem Sproßblattstamme bereits zwei grüne Laubblättchen (s. Band I, S. 563). Es löst sich demnach bei den Mangroven nicht der Same, sondern der Keimling von der Mutterpflanze ab. Wenn man den Gingko mit einem eierlegenden Tiere vergleichen wollte, so wären die Mangroven unbedingt den lebendig gebärenden Tieren an die Seite zu stellen.

Die Gebilde, welche den Keimling umschließen, weichen zur Zeit, in welcher sie die Mutterpflanze verlassen, in betreff ihrer Größe sehr ab. Der Same unserer Wiesenorchidee,



Manglebaum (Rhizophora Mangle): 1. Zweig mit Blüten und Früchten (verkleinert). — 2. Einzelne Frucht, deren Scheitel von dem Würzelchen des Keimlinges durchwachsen wird. (Nach Baillon.) Vgl. Text, S. 445.

Gymnadenia conopea, hat den Durchmesser von 1 mm und wiegt 0,008 g; der Same der Kokosnuß erreicht einen Durchmesser von 11—14 cm und wiegt 800—1100 g. Die

Kornfrüchte des Windhalmes (Apera spica venti) sind 1,2 mm lang und 0,3 mm breit und wiegen 0,05 g; die Seichellennuß mißt 32 cm in der Höhe, 18—25 cm in der Breite, 22 cm in der Dicke und wiegt 4200—4800 g. Die größten Früchte erzeugen die Kukurbitaceen. Auf üppigem Boden in warmen Sommern gezogene Kürbisse erreichen nicht selten im Durchmesser einen halben Meter, einzelne Früchte des Riesenkürbis weisen einen Längendurchmesser von 1,1 m und ein Gewicht von 75—100 kg auf. Der Flaschenkürbis (Lagenaria leucantha) entwickelt unter günstigen Verhältnissen Früchte, welche einen Querdurchmesser von 30 cm und die Länge von 1,5 m besitzen.

---

3. Wechsel der Fortpflanzung.

Inhalt: Ersatz der Früchte durch Ableger. — Parthenogenese. — Generationswechsel.

Ersatz der Früchte durch Ableger.

Als einjährige Pflanzen werden von den Botanikern diejenigen angesprochen, welche im Laufe eines auf 2—10 Monate beschränkten Jahresabschnittes keimen, treiben, blühen und fruchten und nach erfolgter Fruchtreife rasch verdorren und zu Grunde gehen. Augenscheinlich zielt bei diesen Gewächsen die Lebensthätigkeit vorwaltend auf die Bildung reichlicher Samen ab, und es ist bemerkenswert, daß bei ihnen stets Autogamie zu stande kommt, welche vom besten Erfolge begleitet ist. Von Laubblättern werden gerade so viel ausgebildet, wie nötig sind, um zu dem Aufbaue der Blüten und Früchte die nötigen Stoffe aufzubringen und die Samen mit genügender Reservenahrung zu versehen. Sobald das geschehen ist, sterben die Blätter gleichwie die Wurzeln und der Stamm ab, ohne Ableger gebildet zu haben, und Monate hindurch leben diese einjährigen Gewächse eigentlich nur in ihren abgeworfenen, ruhenden Samen fort. Allerdings vollzieht sich auf diesem Wege die Verjüngung nur dort, wo die klimatischen Bedingungen des Pflanzenlebens eine ungestörte Entwickelung keimfähiger Samen zulassen, und wo auch von seiten der Tiere und des Menschen störende Eingriffe in den Entwickelungsgang nicht erfolgen. Wenn aber an den Orten, wo solche Gewächse eine Heimstätte gefunden haben, das Klima sich ungünstig gestaltet, wenn die während des Sommers den Pflanzen zugeführte Wärme zu gering ist, als daß man im ersten Jahre mit Sicherheit auf reife Früchte rechnen könnte, so sterben die betreffenden Stöcke am Ende des Sommers nicht ab, sondern entwickeln Ableger und werden mit einem Male ausdauernd. Es findet also, um es kurz zu sagen, bei drohender Gefahr des Aussterbens und Erlöschens der Art ein Ersatz der Früchte durch Ableger statt; die Fruchtbildung unterbleibt, statt der Früchte werden Knöllchen, Knospen oder Laubsprosse angelegt, und nicht selten werden geradezu die Ausgangspunkte der Früchte zu Ausgangspunkten der Ableger. Unter den Fettkräutern gibt es mehrere einjährige Arten (Sedum annuum, glaucum ꝛc.), deren Stöcke an den klimatisch begünstigten Standorten absterben, sobald ihre Früchte ausgereift und die Samen durch den Wind ausgestreut sind. Wenn aber diese einjährigen Pflanzen in einem Gebiete aufwachsen, wo das Ausreifen der Früchte durch den frühzeitig eintretenden Winter manchmal verhindert wird, so entstehen an ihren Stöcken kurz vor dem Absterben am untersten Teile des Stammes dicht über der Wurzel kleine Blattrosetten, welche sich ablösen, und welche als lebenskräftige Ableger die Art erhalten. Ähnlich verhält es sich mit zahlreichen anderen einjährigen Gewächsen, welche bei nicht behinderter Blüten- und Fruchtbildung einige Monate nach der Keimung

abdorren, aber sofort ausdauernd werden, sobald ihre Blüten oder Früchte durch Frost Schaden gelitten haben. Man kann sich durch Versuche hiervon leicht überzeugen. Pflanzenarten der verschiedensten Familien (Poa annua, Senecio nebrodensis, vulgaris, Ajuga Chamaepitys, Herniaria glabra, Viola tricolor, Cardamine hirsuta, Medicago lupulina), welche bei unbehindertem Entwickelungsgange und bei Zufluß der nötigen Wärme einjährig sind, wurden ausdauernd, als ich sie in meinem alpinen Versuchsgarten auf der Kuppe des Blasers in Tirol (2200 m) pflanzte, wo es ihnen an der zur Ausbildung keimfähiger Samen nötigen Wärme fehlte.

Die Behinderung der Fruchtbildung, welche in rauhen Lagen mit der Ungunst des Klimas zusammenhängt, kann an klimatisch begünstigten Orten auch dadurch zu stande kommen, daß alle Blüten, welche an einem Stocke erscheinen, abgeschnitten und weggenommen werden. Betrifft diese Verstümmelung einjährige Pflanzen, so treiben diese aus den Achseln der Laubblätter Sprosse und mitunter auch Ableger hervor, welche sonst unentwickelt geblieben wären. Diese erhalten sich frisch und lebendig in das nächste, bisweilen auch noch in mehrere folgende Jahre, und die sonst ein- oder zweijährigen Pflanzen werden auf diese Weise ausdauernd. Hierauf beruht ja auch das bekannte Kunststück der Gärtner, kleine Bäumchen der wohlriechenden Reseda heranzuziehen. Aus den in sandige, humusreiche Erde gelegten Samen dieser Reseda kommen im Frühlinge Keimlinge hervor; die aus den Keimlingen erwachsenden Stöcke blühen im Laufe des Sommers, und nachdem dann im Herbste die Früchte ausgereift und die Samen ausgestreut sind, dorrt und stirbt der ganze Stock wieder ab. Sobald man aber die an dem Resedastocke zum Vorscheine kommenden Blütenstände im Sommer sorgfältig abkneipt und entfernt, dorrt der Stamm nicht ab, sondern entwickelt Seitenzweige, die immer wieder neue Blüten zu entwickeln suchen. Werden auch diese Blüten fort und fort mehrere Jahre hindurch entfernt, so entsteht allmählich ein kleiner Busch oder ein kleines Bäumchen mit holzigem Stamme und holzigen Zweigen, das, wenn man es endlich einmal ein Jahr lang ungestört gelassen hat, mit Hunderten von duftenden Blütentrauben besetzt ist. Daß auch ausdauernde Pflanzen durch Wegnehmen der Blüten-, beziehentlich Fruchtanlagen angeregt werden, Laubsprosse und Ausläufer in überschwenglicher Menge zu bilden, ist längst bekannt. Es beruhen darauf mannigfaltige Vermehrungsarten, welche von den Gärtnern und Landwirten an Kulturpflanzen geübt werden.

In der freien Natur erfolgt der Ausfall der Blüten bisweilen infolge von Beschattung. Das ist so zu verstehen, daß es Pflanzen gibt, die an schattigen Standorten entweder gar keine Blüten anlegen, oder die angelegten Blütenknospen nicht zur weiteren Entwickelung, geschweige denn zur Entfaltung und Fruchtbildung bringen. Wenn die Stöcke solcher Pflanzen befähigt sind, aus dem untersten Teile ihres Stammes Ableger in Form von Laubsprossen, Ausläufern und dergleichen zu treiben, so äußert sich diese Fähigkeit an den schattigen Standorten jedesmal in erhöhtem Maße, mit einem Worte, je mehr durch Beschattung die Blüten- und Fruchtbildung beschränkt wird, desto mehr erscheint die Entwickelung von Laubsprossen und Ausläufern gefördert. Das schmalblätterige Weidenröschen (Epilobium angustifolium) entfaltet nur an sonnigen, den Hummeln und Bienen zugänglichen Plätzen seine prächtigen Blüten. Je kräftiger der Sonnenschein, desto lebhafter der Purpur der Blumenblätter. Hat sich die Pflanzenwelt in der Nachbarschaft solcher reichblühender Weidenröschenstauden in der Weise verändert, daß die bisher besonnten Stöcke dicht beschattet werden, so verkümmern an denselben die Blütenknospen viel früher, als sie sich geöffnet haben, und fallen als weißliche, vertrocknete Gebilde von der Spindel der Blütentraube ab. Während aber die reichlich blühenden Stöcke nur wenige kurze Ausläufer bilden, entstehen aus den in Schatten gestellten blütenlosen Stöcken lange, unterirdische

Sprosse, die als Ausläufer weit und breit herumkriechen und dem Bereiche des Schattens zu entgehen suchen.

Als eine weitere sehr merkwürdige Erscheinung verdient hier verzeichnet zu werden, daß ausdauernde Arten, die unter günstigen klimatischen Verhältnissen reichlich blühen und fruchten, in rauheren Gegenden gar nicht zum Blühen kommen, dagegen dort reichliche Ableger bilden und sich durch diese ausnehmend stark vermehren und verbreiten. Über den größten Teil des arktischen Gebietes verbreitet, wächst ein mit unserer Pestwurz nahe verwandter Korbblütler, Namens Nardosmia frigida. Diese Pflanze treibt aber nur an der Südgrenze ihres Verbreitungsbezirkes Blüten und Früchte, weiter nordwärts hat sie noch keines Menschen Auge jemals blühen sehen; dagegen vermehrt sie sich dort reichlich durch weit und breit unterirdisch herumkriechende und ausgedehnte Bestände bildende Stocksprosse. Ähnlich verhält sich in den Alpen ein anderer Korbblütler, nämlich der Drüsengriffel (Adenostyles Cacaliae). In den Voralpenwäldern und selbst noch über der Waldgrenze blüht derselbe in Menge und reift dort alljährlich auch keimfähige Samen aus, in der alpinen Region dagegen, in der Seehöhe über 2200 m, kommt er niemals zur Blütenbildung, treibt dagegen reichliche Stocksprosse als Ableger und erfüllt die kleinen Gruben auf den Alpenhöhen mit seinem üppigen Laubwerke. In einem kleinen Sumpfe des hoch gelegenen Tiroler Gschnitzthales wächst in der Seehöhe von 1200 m die Landform des amphibischen Knöterichs (Polygonum amphibium). Seit 25 Jahren besuche ich alljährlich diesen kleinen, nur 1000 Schritt von meinem Landhause gelegenen Sumpf, habe aber dort den genannten Knöterich niemals reife Früchte hervorbringen sehen. Dagegen wuchert diese Pflanze mit Stocksprossen in einer sonst nur selten zu beobachtenden Üppigkeit und bildet einen Bestand, der rings um den Sumpf einen breiten Gürtel bildet. Wenn man die eben beschriebenen Stöcke der Nardosmia frigida, der Adenostyles Cacaliae und des Polygonum amphibium ihrem frostigen Standorte entnimmt und unter günstigere Verhältnisse bringt, so bilden sie nicht nur Blüten, sondern auch keimfähige Samen aus; aber die Vermehrung mittels Stocksprosse ist dann so auffallend beschränkt, daß man glauben könnte, es sei eine ganz andere Pflanzenart, die aus dem überpflanzten Stocke sich entwickelt hat.

An diese Fälle der Stellvertretung schließen sich jene an, wo in der Blütenregion Ableger statt Blüten ausgebildet werden. Die Knöteriche Polygonum bulbiferum und viviparum, die Steinbreche Saxifraga cernua, nivalis und stellaris, die Simsen Juncus alpinus und supinus sowie die Gräser Aira alpina, Festuca alpina und rupicaprina, Poa alpina und cenisia kommen zwar vielfach mit ordentlich entwickelten Blüten und Früchten vor, aber im Hochgebirge und noch mehr im arktischen Florengebiete, wo diese Pflanzen gegenwärtig ihre Heimat haben, trifft man oft genug auch Stöcke mit Ablegern an Stelle der Blüten und Früchte, und man überzeugt sich leicht, daß diese Ableger, von der Mutterpflanze abfallend, zu Ausgangspunkten neuer Stöcke werden. An den genannten Knöterichen, auf die später bei Besprechung der Verbreitungsmittel der Pflanzen nochmals die Rede kommen wird, entstehen statt der Blüten kleine Knöllchen. Die in der Abbildung auf S. 450, Fig. 3 dargestellte Saxifraga cernua trägt an ihrem schlanken Stengel gewöhnlich nur eine Gipfelblüte und an Stelle der seitlichen Blüten knäuelförmig zusammengedrängte Knospen mit kurzen Achsen, die das Ansehen von kleinen Zwiebeln haben. Manchmal fehlt auch die Gipfelblüte, und man sieht dann aus den Achseln aller Deckblätter nur kurze Zweiglein mit gehäuften knospenförmigen Ablegern (s. Abbildung, S. 450, Fig. 4) hervorgehen. Die Knospen sind, wenn sie abfallen, entweder noch geschlossen (Fig. 5), oder es sind die fleischigen, dicken Niederblätter bereits auseinander gerückt, und es erscheint eines der Laubblätter mit kleiner, grüner Spreite schon vorgeschoben. Auf der Erde liegend,

treiben sie alsbald Würzelchen und wachsen zu neuen Stöcken heran (s. untenstehende Abbildung, Fig. 6 und 7). An Saxifraga nivalis (Fig. 1) entstehen an Stelle der Blüten kurze Sprosse mit dicht zusammengedrängten grünen Blättchen von rosettenförmigem Ansehen. Auch diese lösen sich leicht ab, und nachdem aus der verkürzten Achse des Sprosses Wurzeln hervorgegangen sind, wachsen sie zu neuen Pflanzenstöcken heran. An den genannten Simsen und Gräsern kommen statt der Früchte kurze Sprosse zum Vorscheine, welche sich von den



Ersatz der Blüten und Früchte durch Ableger: 1. Saxifraga nivalis mit grünbelaubten rosettenförmigen Sprossen an Stelle der Blüten, in natürl. Größe. — 2. Zwei grünbelaubte rosettenförmige Sprosse an Stelle der Blüten; vergrößert. Eine Rosette hat sich von ihrem Stiele getrennt. — 8. Saxifraga cernua, in natürl. Größe. — 4. Ein Seitenzweiglein dieser Saxifraga; vergrößert. — 5, 6, 7. Die an den Seitenzweiglein an Stelle der Blüten ausgebildeten Ableger in den aufeinanderfolgenden Entwickelungsstadien. — 8. Poa alpina, mit Ablegern an Stelle der Blüten, in natürl. Größe. — 9. Ein Ästchen aus der Rispe dieser Pflanze, vergrößert. — 10. Beblätterter Halm als Ableger an Stelle der Frucht zwischen den Spelzen hervorwachsend. Vergrößert. Vgl. Text, S. 449 u. f.

Verzweigungen der Rispe ablösen. Die Entwickelung dieser Sprosse erfolgt bei dem obenstehend in Fig. 8 abgebildeten Alpenrispengrase (Poa alpina) und überhaupt bei den meisten der hier in Rede stehenden Gräser in der Art, daß die Spindel des Blütenährchens, nachdem sie an der Basis mehrere Hüllspelzen ausgebildet hat, weiter aufwärts einige grüne verlängerte Laubblätter vorschiebt und so einen kleinen beblätterten Halm darstellt (s. obenstehende Abbildung, Fig. 9 und 10). Dieser löst sich später ab und wächst auf feuchter Erde zu einem selbständigen neuen Stocke aus. Seltener findet eine seitliche Sprossung aus der Spindel statt, in welchem Falle sich in den Achseln der Deckspelzen kleine seitliche Sprosse ausbilden, welche ähnlich wie die von den Spelzen umhüllten Früchtchen von der Spindel abgelöst und abgeworfen werden. Die Botaniker früherer Zeiten nannten solche Gräser und überhaupt

alle Pflanzen, welche in der Blütenregion Ableger ausbildeten, lebendig gebärende (plantae viviparae) und glaubten, daß in allen solchen Fällen die Samen, solange sie noch mit der Mutterpflanze in Verbindung stehen, zum Keimen kämen. Zu dieser Ansicht mochte wohl die Erfahrung der Landwirte geführt haben, daß der Roggen, der Hafer und andere Getreidearten bisweilen „auswachsen“, d. h. daß sich dann, wenn während der Reifezeit des Getreides Tage und Wochen hindurch Regen die Ähren netzt und überdies die Halme auf den Boden hingelagert sind, die Keimlinge bereits zu entwickeln beginnen, solange noch die Früchte zwischen den Spelzen der Ähren stecken. Dieses Keimen in den Ähren und Rispen erfolgt aber ganz unabhängig von der Mutterpflanze; denn diese ist bereits gebleicht, abgedorrt und tot, die Früchtchen stehen mit ihr nicht mehr in organischer Verbindung und werden nur noch mechanisch zwischen den Spelzen festgehalten. Wenn die Keimlinge zwischen den feuchten Spelzen zur Entwickelung kommen, so ist das nicht anders, als wenn Keimlinge zwischen feuchtem Löschpapier sich entfalten. Was nun aber die Gewächse anbelangt, welche ehemals als vivipare bezeichnet wurden, so sind bei ihnen die Entwickelungsvorgänge in der Hochblattregion von jenen in den Ähren des „auswachsenden“ Getreides gänzlich verschieden. Es kommen diese Gewächse überhaupt gar nicht zum Blühen, bilden daher keine Samen aus, und es kann demzufolge auch von dem Keimen eines Samens im Verbande mit der mütterlichen Pflanze keine Rede sein. Die sich ablösenden Gebilde, welche man für ausgewachsene Keimlinge hielt, sind in Wahrheit kleine, beblätterte Sprosse, die an jenen Stellen ausgebildet wurden, wo sich sonst Blüten und Früchte zu entwickeln pflegen.

Wie schon erwähnt, haben die meisten in Rede stehenden Simsen und Gräser, Knöteriche und Steinbreche ihre Heimat im Hochgebirge und im arktischen Gebiete, wo den Pflanzen zu ihrer bauenden Thätigkeit jährlich nur die kurze Frist von 2—4 Monaten gegönnt ist. Die Mehrzahl der unter diesen harten Bedingungen wachsenden Pflanzen legt die Blüten bereits im Herbste an, und wenn nach langem Winter der Schnee schmilzt, so ist das allererste, daß die Blüten entfaltet werden. Wenn dann die Wärme des ganzen Sommers ausgenutzt werden kann, so gehen aus diesen Blüten auch reife Früchte und Samen hervor. Anders bei jenen Gewächsen, welche ihre Blüten auf einem mit Blättern besetzten Stengel tragen und die vor der Anlage der Blüten einen Unterbau herstellen müssen, der, abgesehen von der Wärme, auch viel Zeit in Anspruch nimmt. Bei solchen Pflanzen ist natürlich auch die Blütenentfaltung verzögert. Sie blühen nicht sofort nach dem Abschmelzen des Schnees vor der Entwickelung des Laubes, sondern erst dann, wenn ringsum die Matten schon im saftigsten Grün prangen. Das Ausreifen der Früchte wird daher bei ihnen gegen das Ende der Vegetationszeit hinausgeschoben. Da ist aber die Gefahr vorhanden, daß Fröste eintreten, und daß die winterliche Schneedecke den Boden bedeckt, ehe noch keimfähige Samen gebildet und von der Mutterpflanze ausgestreut werden konnten. In solchen Fällen ist durch die Ausbildung der Ableger die Erhaltung, Vermehrung und Fortpflanzung der Gewächse besser gesichert, sie erfolgt erfahrungsgemäß viel rascher und bei geringerer Wärme als die Fruchtbildung und hat noch den Vorteil, daß frühzeitig eintretende Winter die angelegten Knöllchen, Knospen und Sprosse nicht vernichten. Nun zählen gerade die oben genannten Knöteriche, Steinbreche, Simsen und Gräser zu denjenigen, welche an ihren Standorten verhältnismäßig spät aufblühen und dort in ungünstigen Jahren der Gefahr ausgesetzt sind, daß ihre Samen nicht zur Reife kommen, welcher Umstand mit der an ihnen so häufig vorkommenden Stellvertretung der Früchte durch Ableger unbedenklich in Zusammenhang gebracht werden darf. Man wird wohl nicht fehlgehen, wenn man auch das an manchen Steppenpflanzen beobachtete Auftreten von Ablegern an Stelle der Blüten damit in Zusammenhang bringt, daß diesen Pflanzen in manchen Jahren für den Aufbau ihres Stammes und für die Ausbildung von Blüten und reifen Früchten die Zeit so karg bemessen ist.

Daß zahlreiche im Schlamme festgewurzelte und mit ihren Stengeln und grünen Laubblättern im Wasser flottierende Pflanzen ihre Blüten über die Flut emportauchen und diese der freien Luft, beziehentlich den Winden und fliegenden Insekten aussetzen müssen, wenn eine Belegung und Befruchtung stattfinden soll, wurde bereits wiederholt hervorgehoben. Für solche Gewächse sind aber auch die Schwankungen des Wasserspiegels von großer Bedeutung, und es ist begreiflich, daß ein längere Zeit hindurch anhaltender hoher Wasserstand das Blühen und Fruchten beeinträchtigen, ja in vielen Fällen unmöglich machen kann. Manche dieser Sumpf- und Wasserpflanzen hat zwar die Fähigkeit, sich „nach der Decke zu strecken", und es wachsen die Stengel mit zunehmendem Wasserstande fort und fort, damit die Blüten endlich doch noch über den Wasserspiegel emporkommen und sich dort entfalten können; aber auch dieses Längenwachstum hat seine Grenzen, und es tritt nicht gar selten der Fall ein, daß trotz außerordentlicher Verlängerung der Stengel und Blütenstiele das Ziel doch nicht erreicht wird. Unter Wasser kann aber in den Blüten dieser Pflanzen keine Befruchtung stattfinden. Wenn schon Blüten vorbereitet wurden, so kommen diese doch nicht zur Entfaltung, verkümmern und lösen sich als Knospen ab oder verwesen, ohne daß aus ihnen Früchte hervorgegangen wären. In den kleinen Seen des Schwarzwaldes wächst eine zu den Wegerichen gehörige Sumpfpflanze, Litorella lacustris, die aber nur in den trockensten Jahren, wenn nämlich der Wasserspiegel auf einen ganz kleinen Tümpel eingeengt und der Seegrund fast trocken gelegt ist, zum Blühen und Fruchten kommt. Das ist nun freilich selten der Fall; es vergehen Jahrzehnte, ohne daß der Wasserstand in der eben geschilderten Weise abnimmt, und die Litorella bleibt dann untergetaucht, blüht nicht auf und setzt natürlich auch keine Früchte an. Dagegen bildet sie als Ersatz der Früchte Ausläufer, welche im Schlamme anwurzeln, und mit deren Hilfe sie sich Jahrzehnte hindurch zu erhalten und zu vermehren im stande ist. Wie diese Litorella verhalten sich auch mehrere Laichkräuter und Wasserranunkeln, und es steht überhaupt mit dieser Verhinderung der Fruchtbildung durch hohen Wasserstand im Zusammenhange, daß so viele Wasserpflanzen äußerst selten blühen, sich dagegen in überschwenglicher Weise durch Ableger vermehren und verbreiten. Die auf S. 105 erwähnte Cymodocea antarctica, welche an den Küsten Neuhollands unabsehbare Bestände bildet, blüht so selten, daß man lange Zeit ihre Blüten gar nicht kannte und ihre eigentümlich geformten Ableger für Blüten ansah. Auch die Blüten und Früchte der Wasserlinsen (Lemna) haben wegen ihrer Seltenheit nur wenige Botaniker gesehen, und die in neuester Zeit wegen Behinderung der Schiffahrt so berühmt gewordene Wasserpest (Elodea Canadensis), welche gleichfalls nur sehr selten zum Blühen kommt, verdankt ihre fabelhafte Vermehrung und Ausbreitung nicht den Früchten, sondern der ungemein rasch und ausgiebig erfolgenden Ablegerbildung.

Und so wie das Übermaß des Wassers kann auch eine Beschränkung der Wasserzufuhr die Befruchtung unmöglich machen und zur Ursache werden, daß die Vermehrung und Verbreitung gewisser Pflanzen seit undenklichen Zeiten nur durch Ableger erfolgt. Bei den Farnen und Moosen findet die Wanderung der Spermatozoiden zu den Amphigonien in dem Wasser statt, welches sich in den Räumen zwischen dem blattartigen Vorkeime und der Erde oder den Blättchen und Stämmchen dieser Pflanzen längere Zeit zu erhalten vermag (S. 60 und 63). In der weitaus größten Mehrzahl der Fälle ist es der Regen und Tau, welcher in die erwähnten Zwischenräume eindringt und die betreffenden Pflanzenteile förmlich unter Wasser setzt. Da nicht nur die Befruchtung, sondern auch die anderen Lebensthätigkeiten der Farne und Moose von reichlicher Wasserzufuhr abhängen, so ist das Vorkommen dieser Pflanzen geradezu an ein bestimmtes Maß und an eine bestimmte jährliche Dauer der atmosphärischen Niederschläge gebunden. In trockenen Landschaften sind die Moose und noch mehr die Farne nur spärlich vertreten oder fehlen wohl auch gänzlich; in

feuchten Gebieten gedeihen sie dagegen in auffallender Menge und Üppigkeit. Der in dieser Beziehung hervortretende Gegensatz ist so merkwürdig, daß es sich der Mühe lohnt, ihn wenigstens an einem Beispiele zu erläutern. Im Binnenlande Persiens erhebt sich bis zu einer Seehöhe von 2000 m das Elwendgebirge. Der Regen ist dort auf die kurze Zeit von zwei Monaten beschränkt, und eine ausgesprochene, reiche Steppenflora bedeckt den Boden. Farne fehlen auf dem Raume von 5000 qkm vollständig, und auch die Moose sind nur durch einige wenige mittels Ableger sich vermehrende, aber nur äußerst selten fruchtende Arten vertreten. Die Berge auf den nahezu unter gleicher Breite liegenden westindischen Inseln, insbesondere die Blauen Berge auf Jamaica, welche dieselbe Seehöhe wie das Elwendgebirge erreichen, wo aber das ganze Jahr hindurch tagtäglich mit beginnendem Morgen der aufsteigende Wasserdampf sich verdichtet und im Laufe des Nachmittags als Regen den Boden netzt, beherbergen über ein halbes Tausend verschiedener Farne und eine nicht geringere Menge von Laub- und Lebermoosen. Ebener und geneigter Boden, Felsen, Waldgrund und morsche Holzstrünke sind mit Farnen in allen Größen und Formen bedeckt, Baumfarne bilden ganze Bestände, die Borke der Bäume ist bis hinauf in die Kronen von zarten, grünen Wedeln verhüllt, und selbst auf den Flächen der Laubblätter haben sich kleine Farne, zumal die an Laubmoose und Lebermoose erinnernden zarten Hymenophyllaceen, angesiedelt. Auf dem beschränkten Gebiete von einigen hundert Schritten kann dort der Pflanzensammler mit Leichtigkeit eine Ausbeute von 50 verschiedenen Farnen und ebenso vielen Moosen machen.

Zwischen den beiden Gegensätzen, welche soeben geschildert wurden, gibt es auch Mittelstufen, das heißt Landstriche, deren Feuchtigkeitsverhältnisse so geartet sind, daß dort die Befruchtung der Farne und Moose zwar nicht dauernd verhindert wird, wo aber feuchte Jahre nur selten eintreten, und wo mitunter Jahrzehnte vergehen, bis einmal die Verhältnisse sich so günstig gestalten, daß die Erzeugung von Früchten stattfinden kann. Als ein solcher Landstrich ließe sich z. B. die ungarische Niederung ansehen, deren Fluren und Laubwälder der Farne bis auf zwei Arten entbehren, und die auch von Moosen nicht mehr als ein Dutzend Arten aufzuweisen haben. Die letzteren haben sich dort die Entwickelung von Früchten sozusagen abgewöhnt und vermehren sich fast alle nur durch Ableger, offenbar aus dem Grunde, weil diese auf viel einfachere Weise zu stande kommen und von den Witterungseinflüssen, zumal der zeitweiligen großen Trockenheit, in ihrer Entwickelung unabhängiger sind.

Hier ist auch einiger Farne zu gedenken, an deren Prothallien Ableger statt der Fruchtanlagen entstehen, oder deren Prothallien zwar mit Fruchtanlagen ausgestattet sind, die aber trotzdem nicht zur Fruchtbildung kommen, sondern auf ungeschlechtlichem Wege sich fortpflanzen. Im letzteren Falle entspringt der kleine Farnstock nicht aus einer Fruchtanlage, sondern aus dem Gewebe in unmittelbarer Nähe derselben. Die Amphigonien bleiben an solchen Prothallien geschlossen, werden nicht befruchtet, bräunen sich und sterben ab, während nebenan der Farnstock entsteht. Es wurde diese Stellvertretung insbesondere beobachtet an Aspidium falcatum, an einer mißbildeten Form des Nephrodium Filix mas, deren Wedel an den Abschnitten gekräuselt sind, und an der in Gewächshäusern häufig gezogenen und sich dort auch von selbst vermehrenden Pteris Cretica, zumal jener Form, deren Wedel weiß gebändert sind. An dem Prothallium des nicht mißbildeten Nephrodium Filix mas sowie an jenem der wild wachsenden Pteris Cretica findet die Befruchtung und Fruchtbildung in der gewöhnlichen Weise statt, und es ist daher wahrscheinlich, daß bei diesen Formen der Ersatz der Früchte durch Ableger die Folge eigentümlicher in den Gewächshäusern bestehender Verhältnisse ist. Man kann vermuten, daß in den Gewächshäusern, wo den Pflanzen das Wasser nicht in Form von Tau und Regen zukommt, der Raum zwischen der Erde und dem Prothallium, durch welchen die Spermatozoiden zu den Amphigonien schwimmend gelangen sollen, nicht in entsprechender Weise und nicht rechtzeitig mit Wasser erfüllt ist.

Außer der Trockenheit üben bei vielen Kryptogamen, namentlich bei den Moosen, auf die Stellvertretung der Früchte durch Ableger auch noch verschiedene andere klimatische Verhältnisse einen großen Einfluß aus. Es würde aber zu weit führen, diese Beziehungen hier im einzelnen zu behandeln, und ich beschränke mich darauf, von nahezu 50 aus dem Gebiete der europäischen Flora bekannt gewordenen Fällen nur einige wenige als Beispiele anzuführen. Leucodon sciuroides, ein Moos, welches im nördlichen Europa nur sehr selten fruchtet, treibt dort desto häufiger zahlreiche sich ablösende, mit Blättchen besetzte Sprosse, welche, auf eine feuchte Unterlage gebracht, sofort anwurzeln (vgl. Abbildung, S. 23, Fig. 9 und 10). Campylopus fragilis, von dem in den Alpen kaum jemals Früchte entwickelt werden, bildet kurze, leicht abbrechende Seitenstämmchen, deren sich ablösende Blättchen der Wind entführt. Wenn diese Blättchen an feuchten Stellen an irgend einer Steilwand hängen bleiben, so treiben alsbald grüne Fäden aus ihnen hervor, von welchen späterhin knospenähnliche Gebilde und Moosstämmchen ausgehen (s. Abbildung, S. 23, Fig. 11). Auch an Barbula fragilis und Timmia Norvegica entstehen in den Alpen nur sehr selten Früchte, während die Vermehrung durch Ableger, ähnlich wie bei Campylopus, sehr häufig stattfindet. Von mehreren durch Ableger der verschiedensten Art sich erhaltenden und verbreitenden Moosen, wie z. B. Dicranodontium aristatum, Barbula papillosa, Grimmia torquata, Bryum concinnatum und Reyeri, hat kein Mensch jemals Früchte gesehen. Man kennt sie nur als unfruchtbar, und doch veranlaßt das Fehlen der Früchte durchaus nicht ihr Aussterben.

Neben den bisher aufgezählten Fällen, in welchen klimatische Einflüsse oder ein Zuviel oder Zuwenig des Wassers die Fruchtbildung hintanhalten und die Stellvertretung der Früchte durch Ableger bedingen, sind noch zahlreiche andere bekannt geworden, wo eigentümliche Verhältnisse des Blütenbaues den Anlaß bilden, daß die Fruchtanlagen fehlschlagen, und wo dann die betreffenden Pflanzen, um sich zu erhalten, auf die Bildung von Ablegern angewiesen sind. In erster Linie wären in dieser Beziehung einige Kratzdisteln und Königskerzen (Cirsium und Verbascum) zu erwähnen, welche durch zweiartige Kreuzung entstanden sind und als Bastarte zu gelten haben. Sie blühen so frühzeitig im Sommer auf, daß sie vor Eintritt des Winters die Samen leicht zur Reife bringen könnten; aber es entstehen bei mehreren solchen Bastarten infolge von anderen im Baue der Blüten und des Pollens begründeten Verhältnissen nur wenige oder gar keine keimfähigen Samen. Desto ausgiebiger ist aber gerade bei diesen Pflanzen die Bildung von oberirdischen Knospen und unterirdischen weit und breit herumkriechenden Stocksprossen. Von Cirsium purpureum, einem Bastarte aus Cirsium heterophyllum und spinosissimum, sowie von Cirsium affine, einem Bastarte aus C. heterophyllum und C. oleraceum, sind in manchen Thalgründen der Alpen umfangreiche Plätze mit Hunderten von Stöcken besetzt, und auf manchen Wiesen trifft man dort fast mehr Stöcke der Bastarte als der Stammeltern an. Mehrere zur Samenbildung schlecht befähigte Königskerzen-Bastarte, deren Stammeltern zweijährig sind, treiben aus den Blattachseln an der Basis der Stengel Seitensprosse und werden ausdauernd, und so wiederholt sich an ihnen genau dieselbe Stellvertretung, welche bei den durch klimatische Verhältnisse an der Fruchtbildung behinderten Pflanzen beobachtet wird.

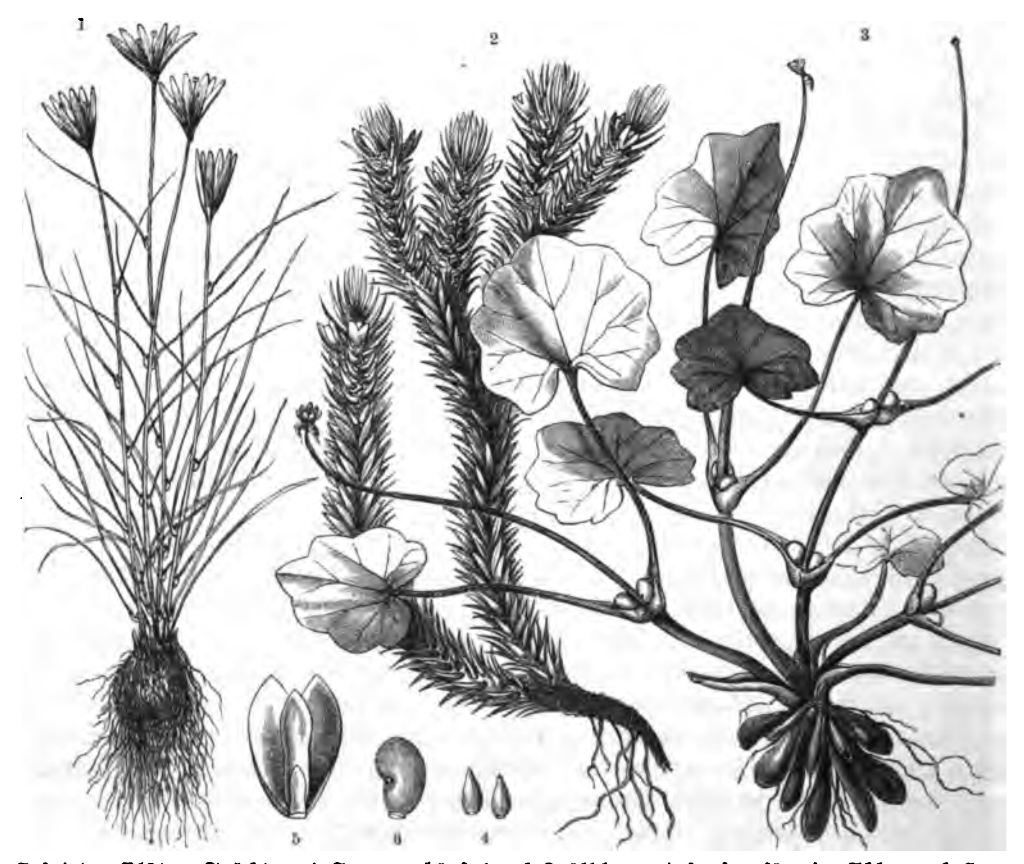
Aber auch viele Arten, von welchen man nicht behaupten könnte, daß sie in der gegenwärtigen Periode durch Bastartierung entstanden sind, entwickeln aus ihren Blüten nur sehr selten Früchte, selbst dann, wenn sich die klimatischen Verhältnisse für die Bildung und Verbreitung der Samen recht günstig anlassen würden. Den Erfahrungen der Landwirte zufolge blühen manche Kartoffelsorten nur sehr selten, und an den wenigen Blüten, welche von ihnen hervorgebracht werden, verkümmern sämtliche Fruchtanlagen, obschon die Blüten nicht verändert und auch die Pollenzellen normal ausgebildet sind. Gerade diese Kartoffelsorten entwickeln aber sehr reichliche und kräftige Knollen und ersetzen so die Früchte durch Ableger.

Daß die Pflanzen mit gefüllten Blüten, deren Fruchtknoten unter dem Einflusse winziger Milben (Phytoptus) eine weitgehende Umbildung erfahren haben, keine Früchte zur Reife bringen können, ist wohl selbstverständlich und längst bekannt. Ebenso bekannt ist aber auch, daß sich diese Pflanzen durch die Entwickelung zahlreicher Knospen und sproßförmiger Ableger auszeichnen. Besonders merkwürdig ist in dieser Beziehung das Verhalten des Sumpfschaumkrautes (Cardamine uliginosa), einer Pflanze, welche auf den feuchten Wiesen im Wiener Becken und noch häufiger in der Umgebung von Salzburg und bei Ried in Oberösterreich mit gefüllten Blüten wild wachsend angetroffen wird. An der Mehrzahl der Stöcke, deren Fruchtanlagen verkümmern, kommen an den genannten Standorten jene eigentümlichen blattständigen Knospen und Sprosse zur Ausbildung, welche in der Abbildung auf S. 39, Fig. 4 vorgeführt wurden.

Bei manchen Arten mag auch der Umstand ins Spiel kommen, daß sich die Insekten, welche die Belegung der Narben mit Pollen zu vermitteln hätten, dort, wo die Pflanze jetzt wächst, nur äußerst spärlich einstellen, oder daß sie ganz ausbleiben. Selbstverständlich kommen in dieser Beziehung nur Pflanzen in Betracht, deren Blüten jener Einrichtungen entbehren, vermöge welcher bei ausbleibender Kreuzung früher oder später eine Autogamie stattfinden würde. Wenn auch nicht bei allen, so doch bei einer ansehnlichen Zahl hierher gehöriger Gewächse stellen sich in der That an Stelle der Blüten und Früchte Ableger ein und zwar Ableger der verschiedensten Form, oberirdische und unterirdische Knöllchen, zwiebelartige Knospen, grün belaubte Sprosse und in seltenen Fällen auch winzige Knöspchen, aus deren Achse eine dicke, fleischige Luftwurzel hervorwächst, so daß eigentlich der größte Teil des Ablegers aus einer Wurzel besteht.

Da diese mannigfaltigen, an Stelle der Früchte sich einstellenden Ableger in einem später die Verbreitung der Ableger durch Schleudervorrichtungen, Luftströmungen und wandernde Tiere behandelnden Kapitel vorgeführt werden müssen, so dürfte es genügen, an dieser Stelle einige wenige Fälle zu besprechen. Die gelben Blüten des Scharbockkrautes (Ranunculus Ficaria) werden auf sonnigen Plätzen von kleinen pollenfressenden Käfern, von Fliegen und Bienen, wenn auch nicht gerade häufig, aber doch auch nicht selten besucht, und an solchen Standorten entwickeln sich auch vereinzelte reife Fruchtköpfchen aus den Fruchtanlagen; an schattigen Stellen im Gedränge niederen Buschwerkes und im dunkeln Grunde der Laubwälder ist dagegen der Besuch von seiten der Insekten sehr spärlich, und dort gehen auch die meisten Fruchtanlagen zu Grunde, ohne zur Reife gelangt zu sein. Dagegen entwickeln sich an den im tiefen Schatten gewachsenen Stöcken des Scharbockkrautes aus den Achseln der Stengelblätter kugelige oder bohnenförmige Knöllchen (s. Abbildung, S. 456, Fig. 4 und 5), welche später bei dem Welken der Stengel und Blätter abfallen und zu Ausgangspunkten neuer Stöcke werden. Die Stöcke, an welchen Früchte zur Reife kamen, bilden dagegen gar keine oder doch nur sehr wenige knollenförmige Ableger. Die auf S. 457, Fig. 1—5 abgebildete Zahnwurz Dentaria bulbifera zeigt ähnliche Verhältnisse. Der Pollen gelangt bei ihr nur durch Mithilfe der Insekten auf die Narbe, und nur dann, wenn diese Tiere die Blüten besuchen, kommt es zur Bildung von Früchten. Sie wächst teils in jungen Buchengehölzen und in der Nähe des sonnigen Waldrandes, wo sich Insekten mit Vorliebe herumtreiben, aber auch noch im Hochwalde, der sich im Laufe der Zeit aus den jungen Gehölzen herausgebildet hat, und in dessen tiefschattigem, blütenarmen Grunde die Bienen, Hummeln, Fliegen und Falter nur selten Einkehr halten. Im Jungwalde und unfern vom Saume des Gehölzes entwickeln sich aus den von Fliegen und Bienen besuchten Blüten allenthalben Schotenfrüchte; in der einsamen Tiefe des Hochwaldes dagegen blühen und verblühen die meisten Doldentrauben, ohne von Insekten besucht worden zu sein. Die Mehrzahl der Fruchtanlagen verkümmert dort, welkt, fällt ab, und nur selten kommt eine oder

die andere samentragende Schote zur Ausbildung (s. Abbildung, S. 457, Fig. 2). In dem Maße aber, als die Fruchtbildung beschränkt ist, erscheint die Bildung von Ablegern gefördert; in den Blattachseln wachsen große, zwiebelförmige Knospen heran, welche sich, sobald der Hochsommer kommt, von der vergilbenden Pflanze ablösen, von dem im Winde schwankenden Stengel ausgeschleudert werden, auf den feuchten Boden des Laubwaldes gelangt, alsbald anwurzeln (s. Abbildung, S. 457, Fig. 4) und zu unterirdisch kriechenden Rhizomen heranwachsen (s. Abbildung, S. 457, Fig. 5). An den schattigsten Stellen des Waldes trifft



Ersatz der Blüten, Früchte und Sporengehäuse durch Knöllchen und knospenförmige Ableger: 1. Gagea Persica. — 2. Lycopodium Selago. — 3. Ranunculus Ficaria. — 4. Knospenförmige Ableger aus den Blattachseln der Gagea Persica. — 5. Knospenförmiger Ableger des Lycopodium Selago. — 6. Knollenförmiger Ableger des Ranunculus Ficaria. — Fig. 1, 2, 3 in natürl. Größe; Fig. 4, 5, 6 vergrößert. Vgl. Text, S. 455 und in späteren Kapiteln.

man auch Stöcke, welche selbst an der Spitze des Stengels keine Blüten entwickeln und daher nur auf die Vermehrung durch Ableger angewiesen sind (s. Abbildung, S. 457, Fig. 3).

Von der Feuerlilie gibt es in Europa zweierlei Formen. Die eine, welche vorwaltend in den Pyrenäen und im südlichen Frankreich vorkommt (Lilium croceum), bringt fast immer Früchte mit keimfähigen Samen zur Reife, bildet aber in den Achseln ihrer Laubblätter keine Ableger aus; die andere, welche in den Thalgeländen der Zentralalpen und Nordalpen vorherrscht (Lilium bulbiferum), bringt kaum jemals Früchte zur Reife, entwickelt aber in den Blattachseln zwiebelartige Ableger, welche sich gegen den Herbst zu ablösen und von dem im Winde schwankenden Stengel abgeschleudert werden. Und doch ist im Baue der Blüten bei diesen beiden Formen der Feuerlilie kein Unterschied, und man kann sich den Gegensatz

in der Vermehrungsweise kaum anders als durch die Annahme erklären, daß in jenen Landstrichen, wo jetzt die Form Lilium bulbiferum wächst, jene Insekten fehlen, welche den Pollen von Stock zu Stock übertragen sollten. Da bei der Feuerlilie Autogamie von selbst



Ersatz der Blüten und Früchte durch Ableger: Knöllchentragende Zahnwurz (Dentaria bulbifera); 1. Blütentraube. — 2. Belaubter Stengel von einer Fruchttraube abgeschlossen, in welcher zwei Früchte zur Reife gekommen sind; in den Achseln eines Teiles der Stengelblätter knospenförmige Ableger. — 3. Belaubter Stengel, dessen Blütentraube verkümmert ist; in den Achseln sämtlicher Stengelblätter knospenförmige Ableger. — 4. Wurzeltreibende abgefallene knospenförmige Ableger. — 5. Rhizom der Dentaria bulbifera. Vgl. Text, S. 456 und in späteren Kapiteln.

nicht stattfindet, so entwickeln sich an ihr bei ausbleibendem Insektenbesuche keine Früchte. Es scheint überhaupt, daß dieser Form die Fähigkeit, sich auf dem Wege der Autogamie zu vermehren, verloren gegangen ist. Wenigstens hatte die Übertragung des Pollens auf die zuständige Narbe an Stöcken, die im Garten gepflanzt waren, niemals eine Fruchtbildung zur Folge. Dafür aber entstehen an ihr reichliche Ableger, durch welche die Vermehrung und Verbreitung besorgt wird. In mehreren Thälern der Zentralalpen bringt die Feuerlilie gar keine Blüten zu stande und ist dort gegenwärtig nur auf die Vermehrung durch die zwiebelartigen Ableger angewiesen.

An dem auf S. 456, Fig. 1 abgebildeten, zu den Liliengewächsen gehörenden persischen Gelbsterne (Gagea Persica) wiederholen sich mehrere der Eigentümlichkeiten, welche soeben von der Feuerlilie verzeichnet wurden. Die Stengel dieser zierlichen, kleinen Zwiebelpflanze schließen mit Blüten ab, welche bei ausbleibendem Insektenbesuche verwelken, ohne Früchte hervorzubringen. In den Achseln der fadenförmigen grünen Blätter sind winzige Knospen angelegt. Verkümmern die Fruchtanlagen, so wachsen diese knospenförmigen Ableger (s. Abbildung, S. 456, Fig. 4) heran; werden reife Früchte ausgebildet, so verkümmern an den betreffenden Stengeln alle oder doch die meisten Knospenanlagen. Ein merkwürdiges Seitenstück zu dieser Pflanze beherbergt auch die mitteleuropäische Flora in dem böhmischen Gelbsterne (Gagea Bohemica). Der Name Bohemica darf nicht glauben machen, daß diese Art ausschließlich in Böhmen zu Hause sei; sie hat diesen Namen seiner Zeit nur erhalten, weil sie zuerst in Böhmen entdeckt wurde; später stellte sich heraus, daß ihr Verbreitungsbezirk sehr groß ist und sich über Persien, Kleinasien, das südliche Rußland und die Balkanhalbinsel erstreckt. Weiter westlich in Europa findet sich Gagea Bohemica nur noch an einigen wenigen verlorenen Posten in Böhmen und bei Magdeburg, und sie ist zweifelsohne ein letzter Rest der ehemals bis an den Harz ausgebreiteten Steppenflora. Es wird sich späterhin Gelegenheit geben, zu erzählen, wie sich diese Steppenflora nach Osten zurückgezogen hat und wie sie durch wesentlich andere Pflanzengemeinschaften ersetzt wurde; aber schon an dieser Stelle ist zu erwähnen, daß gleichzeitig mit dem Rückzuge der Steppenflora auch ein Rückzug der Steppentiere erfolgte. Die Steppenantilope, das Steppenmurmeltier, das Steppenstachelschwein, der Pferdespringer und der Pfeifhase, welche damals im mittleren Deutschland lebten, haben dieses Gebiet längst verlassen, und es ist mit gutem Grunde anzunehmen, daß auch die Insekten jener Periode ausgewandert sind. Nun ist es gewiß überaus merkwürdig, daß die Steppenpflanze Gagea Bohemica, deren Blüten ihrem Baue nach auf eine Kreuzung durch Vermittelung der Insekten berechnet sind, und in welchen eine Autogamie nicht zu stande kommt, an den erwähnten vereinzelten Standorten in Böhmen und Deutschland niemals Früchte und Samen zur Reife bringt. Unwillkürlich drängt sich der Gedanke auf, daß an diesem Fehlschlagen das Ausbleiben jener Steppeninsekten schuld sei, welche ehemals auch durch Böhmen und Deutschland verbreitet sein mochten. Sei dem wie ihm wolle, so viel ist Thatsache, daß an den Stöcken der Gagea Bohemica, welche an den Standorten in der freien Natur in Böhmen und Deutschland Blüten entfalten, noch niemand Früchte und Samen ausreifen sah. Dagegen bilden sich an dem Stengel dieser Pflanze, zwischen den beiden Grundblättern, kleine, zwiebelähnliche Knospen aus, welche nachträglich abfallen, anwurzeln und als Ableger die Art erhalten und vermehren.

Ebenso lehrreich wie der böhmische Gelbstern ist eine zu den Mieren gehörige Pflanze, Namens Stellaria bulbosa, welche gegenwärtig nur auf einem eng beschränkten Gebiete in Krain und Kroatien wächst. Sie gedeiht dort in tiefem schwarzen Humus im Waldgrunde, mit Vorliebe entlang den Rinnsalen kleiner Quellbäche, und bildet daselbst stellenweise dichte, üppige Bestände. Ihre Blüten entfalten sich schon zeitig im Frühlinge, im April. Obschon sie ziemlich ansehnlich sind und sich mit ihrer weißen Farbe von dem dunkelgrünen Laubwerke gut abheben, werden sie doch von Insekten nur sehr spärlich besucht, und die wenigen Fliegen, welche sich einstellen, scheinen unberufene Gäste zu sein, welche keine Belegung der Narben veranlassen; denn aus keiner dieser Blüten geht eine Frucht hervor. Wiederholtes Suchen nach Früchten an den reichlich mit Stellaria bulbosa überwucherten Standorten bei Laibach in Krain war vergeblich; ich sah dort wohl Tausende von abgewelkten Blüten, aber keine einzige ausgereifte Frucht mit keimfähigen Samen. Dagegen entstehen an den unterirdischen fadenförmigen Stengeln dieser Pflanze unzählige weiße Knöllchen, und wenn man eine Handvoll des schwarzen Moders im Waldgrunde aushebt, so findet man ihn ganz

durchspickt von diesen Ablegern. Fließen nach einem Gewitterregen kleine Gießbäche durch den Waldgrund, so wird auch der schwarze Humus an den Rändern der Rinnsale aufgewühlt, die weißen Knöllchen, welche sich von den fadenförmigen unterirdischen Stengeln leicht ablösen, werden fortgeschwemmt und an anderen geeigneten Stellen wieder abgesetzt. Auf diese Weise wird Stellaria bulbosa gegenwärtig durch Ableger vermehrt und verbreitet. Niemand wird aber glauben, daß das zu allen Zeiten so gewesen sei; vielmehr drängt sich auch in diesem Falle wieder die Vermutung auf, daß die durch ihren eng beschränkten Verbreitungsbezirk so merkwürdige Pflanze der zurückgebliebene Rest einer entschwundenen Flora ist. Das Karstgebiet von Krain und Kroatien beherbergt solcher Reste eine namhafte Anzahl, und bei dem Überblicke derselben kann man sich der Vermutung nicht verschließen, daß sich jene Flora, welcher sie angehören, in einer unserer gegenwärtigen nicht allzu fernen Periode in südöstlicher Richtung zurückgezogen habe oder, was auf dasselbe hinauskommt, daß sie in dieser Richtung zurückgedrängt worden sei. Mit dieser Veränderung dürfte wohl auch eine Veränderung in der Verbreitung der blütenbesuchenden Tiere erfolgt sein, und so mögen denn jene Insekten, welche als Besucher der seltsamen Stellaria bulbosa des krainischen Karstgebietes seiner Zeit eine wichtige Rolle spielten, nach Osten ausgewandert oder vielleicht ganz ausgestorben sein.

Parthenogenese.

Zu Anfang unseres Jahrhunderts wurde die Aufmerksamkeit der Botaniker auf eine Wasserpflanze gelenkt, welche in der Alten Welt von Irland bis China und von Finnland bis zu dem Küstensaume des nördlichen Afrika verbreitet ist, nirgends aber häufiger auftritt als in der Umgebung und auf den Inseln der Ostsee. Diese Wasserpflanze führt den Namen Chara crinita, gehört in die Gruppe der Armleuchtergewächse, wächst besonders gern in der Nähe des Meeres in brackigem Wasser und nur stellenweise auch in schwach salzigen, stehenden Gewässern im Inneren der Kontinente. Wo sie sich in Gräben, Tümpeln und Seen angesiedelt hat, erscheint sie stets in großer Menge und bildet mitunter, ähnlich den stammverwandten Arten, ausgedehnte reine Bestände. Sie ist einjährig. Im Herbste stirbt das ganze Gewächs ab. Aus den abgefallenen, den Winter hindurch im schlammigen Grunde eingebetteten Oogonien wachsen im nächsten Frühlinge junge Pflanzen hervor, welche im folgenden Herbste geradeso wie die Mutterpflanze wieder zu Grunde gehen, nachdem ihre Oogonien abgefallen sind. Chara crinita ist zweihäusig, d. h. das eine Individuum entwickelt nur Oogonien, das andere nur Antheridien (s. S. 58). Während aber von anderen zweihäusigen Armleuchtergewächsen die zweierlei Geschlechter in nächster Nähe in derselben Gegend zu wachsen pflegen, kommt eine solche Nachbarschaft bei Chara crinita nur äußerst selten vor. Bisher wurden nur bei Courteison, unweit Orange, im südlichen Frankreich, bei Gurjew am Kaspischen Meere und bei Salzburg nächst Hermannstadt in Siebenbürgen Individuen mit Antheridien beobachtet. Ich fand solche mit Antheridien reichlich ausgestattete Chara crinita auch noch in kleinen Tümpeln mit salzigem Wasser bei Soroksar, südlich von Budapest in Ungarn. In Norddeutschland, zumal in der Umgebung der Ostsee, wo Chara crinita besonders häufig ist, wurde dagegen nicht ein einziges Stück derselben mit Antheridien gefunden. Der Laie könnte auf die Vermutung kommen, daß diese Gegenden vielleicht doch zu wenig durchforscht seien, um schon jetzt behaupten zu können, daß Chara crinita mit Antheridien im Ostseegebiete vollständig fehle. Aber wenn irgendwo ein solcher Ausspruch gewagt werden kann, so ist es hier der Fall. Auf das seltsame Verhalten dieser Pflanze einmal aufmerksam geworden, haben es die Botaniker an

den eingehendsten Untersuchungen in dem genannten Gebiete nicht fehlen lassen. Der Dassower See bei Lübeck, die Umgebung von Warnemünde nächst Rostock, der große und kleine Jasmunder Bodden auf der Insel Rügen und das Wanger Wieck bei Stralsund, wo Chara crinita in ungeheurer Menge vorkommt, wurden zu wiederholten Malen eigens mit Rücksicht auf das Vorkommen von Antheridien an diesem Armleuchtergewächse untersucht. Insbesondere wurden auch Nachforschungen angestellt, ob vielleicht an einzelnen mit Archegonien ausgestatteten Individuen irgendwo einige Antheridien ausgebildet seien, weil bekanntlich bei zweihäusigen Pflanzen mitunter eine solche Abweichung von der gewöhnlichen Verteilung der Geschlechter vorkommt. Aber die sorgfältigsten Nachforschungen waren vergeblich, und es kann als feststehend gelten, daß im Ostseegebiete von dem in Rede stehenden Armleuchtergewächse keine Antheridien und somit auch keine Spermatozoiden ausgebildet werden. Der Versuch, die Sache so zu erklären, daß zur Zeit, wenn die Oogonien befruchtungsfähig werden, aus den Wassertümpeln des südlichen Frankreich, aus Ungarn oder aus dem Kaspisee männliche Geschlechtszellen der Chara crinita durch Wasservögel in das Ostseegebiet gebracht werden könnten, ist gleichfalls abzulehnen, und es ergibt sich aus allem dem, daß im Ostseegebiete das Ooplasma in den Oogonien der Chara crinita unbefruchtet bleibt. Wenn dennoch die im Herbste abfallenden und im Schlamme überwinternden Oogonien im darauffolgenden Jahre eine weitere Entwickelung erfahren, wenn dann das unbefruchtete Ooplasma sich teilt und zum Ausgangspunkte für ein neues Individuum wird, so liegt hier einer jener Fälle vor, welchen die Zoologen Parthenogenese genannt haben. Wiederholt angezweifelt, ist doch jetzt mit Bestimmtheit nachgewiesen, daß aus den unbefruchteten Eiern der Tannenlaus (Chermes) und der Blattlaus (Aphis), ebenso aus jenen verschiedener gesellig lebender Bienen, Wespen und Blattwespen lebensfähige Individuen hervorgehen. Auch von der Mottengattung Solenobia und von dem Seidenspinner ist es bekannt, daß aus unbefruchteten Eiern Raupen auskriechen, welche sich weiter entwickeln und verpuppen, wozu noch bemerkt zu werden verdient, daß aus solchen Puppen immer wieder nur Weibchen hervorgehen. Diese Erfahrung ist insofern interessant, als auch aus den unbefruchteten Oogonien der Chara crinita immer nur Individuen mit Oogonien entspringen.

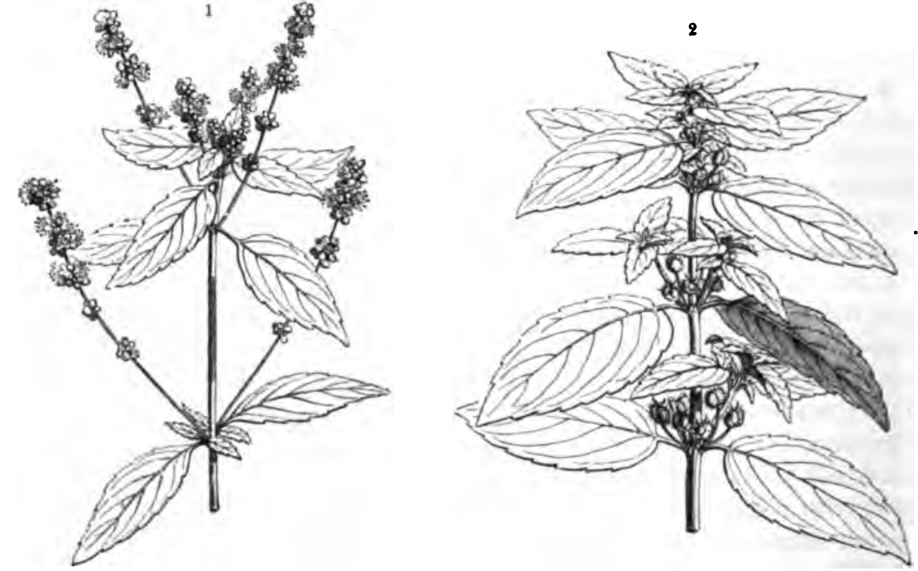
Ähnlich wie bei Chara crinita hat man auch bei verschiedenen anderen im Wasser oder auf feuchter, mit Wasser durchtränkter Unterlage lebenden Sporenpflanzen Parthogenese beobachtet. Bei der zu den Mucorineen (s. S. 51) gehörenden Gattung Syzygites hat man gesehen, daß das Protoplasma in den zur Konjugation vorbereiteten Aussackungen auch dann zum Ausgangspunkte eines neuen Individuums wurde, wenn keine Konjugation stattfand. Ebenso wird das Ooplasma in den Oogonien der Saprolegniaceen bisweilen zum Anfange eines neuen Individuums, ohne daß die Verbindung mit einem Antheridium vorhergegangen wäre und weitere Untersuchungen werden gewiß auch noch für manche Peronosporeen, Siphonaceen 2c. ein ähnliches Verhalten herausstellen.

Bei den Moosen ist Parthenogenese eine nichtsweniger als seltene Erscheinung. Gleichwie bei den Armleuchtergewächsen, erfolgt bei den Moosen die Befruchtung nur durch Vermittelung des Wassers und zwar am häufigsten jenes Wassers, welches sich als Regen und Tau niederschlägt, alle Zwischenräume der Moosrasen erfüllt und durch besondere Einrichtungen längere Zeit dort zurückbehalten wird. Das befruchtende Protoplasma muß hierbei eine Ortsveränderung vollführen, die Spermatozoiden müssen eine Strecke weit durch Wasser schwimmen, um zu den Fruchtanlagen zu gelangen. An den einhäusigen und auch an vielen zweihäusigen Moosen ist diese Wegestrecke nur eine sehr geringe, und diese Arten entwickeln auch immer reichliche Früchte. Es gibt aber auch mehrere Arten, von welchen in einer bestimmten Gegend nur Exemplare mit Fruchtanlagen, in einer anderen, und zwar oft Hunderte von Meilen entfernt, nur Exemplare mit Antheridien, vorkommen. Solche

Arten sind z. B. Paludella squarrosa, welches Moos in Nordtirol nur mit Antheridien, in Böhmen nur mit Fruchtanlagen vorkommt, Grimmia Hartmanni, welches man in den Alpen mit Antheridien, in den Karpathen mit Fruchtanlagen findet. Neckera Besseri, Aulacomium turgidum, Bryum alpinum und Duvalii, Didymodon ruber, Barbula recurvifolia, Amphoridium Mougotii, Mnium insigne, Pterogonium gracile, Hypnum rugosum, Thuidium abietinum sind einige weitere Beispiele, die hier eingehender zu behandeln der Raum nicht gestattet. Es ist unmöglich, daß die Fruchtanlage eines in den Karpathen wachsenden Moosrasens durch die Spermatozoiden aus den Antheridien eines in den Alpen wachsenden Moosrasens befruchtet werde, und wenn daher dennoch Früchte aus den Fruchtanlagen hervorgehen, so kann das nur auf dem Wege der Parthenogenese geschehen. Allerdings sind bei allen oben genannten Moosen reife Früchte selten; aber genug an dem, sie kommen vor und zwar unter Verhältnissen, wo mit Bestimmtheit gesagt werden kann, daß eine Befruchtung nicht vorhergegangen ist.

Daß auch in Samenanlagen von Phanerogamen, auf welche das Spermatoplasma keinen Einfluß nehmen konnte, bisweilen Keimlinge gebildet werden, und zwar lebensfähige Keimlinge, welche, von der Mutterpflanze getrennt, zu neuen Stöcken heranwachsen, ist außer Frage gestellt. Eines der lehrreichsten Beispiele hierfür ist Gnaphalium alpinum oder Antennaria alpina, ein ausdauernder Korbblütler, welcher mit dem in Deutschland unter dem Namen Katzenpfötchen bekannten und im mittleren Europa sehr häufigen Gnaphalium dioicum und dem in den Karpathen und Alpen verbreiteten Gnaphalium carpaticum eine große Ähnlichkeit zeigt. Diese Pflanze findet sich in Skandinavien von Thelemarken bis Havosund (59° 52′ bis 71° nördl. Br.), in Rußland vom nördlichen Finnland bis auf die Halbinsel Kola, weiterhin im arktischen Sibirien und arktischen Amerika, in Labrador, auf der Melville-Insel, durch den ganzen arktischen Archipel, auf Grönland von 60—72° nördl. Br. und auch noch auf Island, also in einem Gürtel, der im Durchmesser von ungefähr 12 Breitengraden den Nordpol umgibt. Sie fehlt dagegen vollständig den mittel- und südeuropäischen Hochgebirgen und ist auch auf den Gebirgen des mittleren Asien nicht mit Sicherheit nachgewiesen worden. In dem ungeheuern nordischen Verbreitungsbezirke ist Gnaphalium alpinum nichts weniger als selten und kommt dort an vielen Tausenden von Standorten und in Milliarden von Stöcken vor. Aber merkwürdig, weder im arktischen Amerika noch im arktischen Asien wurde jemals ein Stock gesehen, welcher Pollen entwickelt hätte. In der skandinavischen Flora wurde angeblich einmal im Jahre 1842 die pollentragende Pflanze gefunden; aber auch dieser Fund wird angezweifelt, und die vielen Botaniker, welche die skandinavische Flora auf das sorgfältigste in alter und neuer Zeit durchforscht haben, sagen einstimmig aus, daß sie nur Stöcke des Gnaphalium alpinum, welche Blüten mit Fruchtanlagen, aber niemals solche, welche Blüten mit Pollen trugen, gesehen haben. Durch diese Umstände angeregt, habe ich Stöcke von Gnaphalium alpinum vom Dovrefjeld in Norwegen unter Berücksichtigung aller möglichen Vorsichtsmaßregeln im Garten gezogen und zum Blühen gebracht. Sämtliche Blüten zeigten zwar Fruchtanlagen, aber keinen Pollen, und eine Belegung der Narben mit Pollen war ganz unmöglich gemacht. Trotzdem entwickelten sich aus einem Teile der Fruchtanlagen Achenien mit wohlausgebildeten Samen, und aus diesen gingen, nachdem sie in sandige, humusreiche Erde gelegt worden waren, junge Pflanzen hervor, welche mit der Stammpflanze vollständig übereinstimmten, alsbald auch zur Blüte gelangten, aber in ihren Blüten wieder nur Fruchtanlagen zeigten. Nach diesem Ergebnisse kann es nicht zweifelhaft sein, daß sich Gnaphalium alpinum auch in seinem weit ausgedehnten nordischen Verbreitungsbezirke durch Parthenogenese vermehrt, und daß ihre Fortpflanzung durch das Fehlen pollenliefernder Stöcke nicht behindert wird.

Eine andere Pflanze, an welcher seit langer Zeit das Entstehen von Keimlingen in nicht befruchteten Samenanlagen beobachtet wurde, ist das zu den Giftmilchern (Euphorbiaceen) gehörende einjährige Bingelkraut (**Mercurialis annua**; s. untenstehende Abbildung), eine Pflanze, welche auf Feldern, in Gemüsegärten, an Hecken und Zäunen und auf Schuttplätzen im mittleren Europa sehr verbreitet ist. Im freien Lande wachsen von dieser Pflanzenart Stöcke, die nur Fruchtblüten, und solche, die nur Pollenblüten tragen, bunt durcheinander. Der stäubende Pollen gelangt durch Vermittelung der Luftströmungen leicht zu den Narben, und an den Stöcken mit Fruchtblüten reift stets eine große Menge keimfähiger Samen, welche als das Ergebnis der vorhergegangenen Befruchtung gelten. Man



Einjähriges Bingelkraut (Mercurialis annua): 1. mit Pollenblüten, — 2. mit Fruchtblüten.

hat nun zu verschiedenen Zeiten Stöcke mit Fruchtblüten für sich allein in Töpfen herangezogen, und siehe da, diese entwickelten gleichfalls keimfähige Samen, wenn auch in geringerer Zahl als jene, welche im freien Lande in Gesellschaft der Stöcke mit Pollenblüten aufgewachsen waren. Dieses Ergebnis wurde von vielen Seiten bezweifelt und auf Ungenauigkeit bei den Kulturversuchen zurückzuführen gesucht. Es wurde eingewendet, daß stäubender Pollen von fern her durch den Wind in die zu den Kulturversuchen benutzten Räume geweht sein konnte, und, was noch mehr ins Gewicht fiel, es wurde darauf aufmerksam gemacht, daß manche Stöcke des Bingelkrautes neben vielen Fruchtblüten auch vereinzelte Pollenblüten tragen. Der Widerspruch regte zu neuen Versuchen an, bei welchen auf alle möglichen Fehlerquellen die entsprechende Rücksicht genommen wurde. Besonders günstig erschienen zu erneuten Kulturversuchen solche Gelände, wo auf viele Meilen in der Runde kein Bingelkraut wild wachsend vorkommt, und wo die Möglichkeit der Zufuhr von Pollen aus der Umgebung vollständig ausgeschlossen war, so z. B. irgend ein Punkt im mittleren Tirol, wo sowohl das einjährige als das ausdauernde Bingelkraut vollständig fehlen. Auf einem solchen Gelände in dem hochgelegenen tirolischen Gschnitzthale wurden die schon im Jahre 1833 von Ramisch in Prag mit so großer Ausdauer durchgeführten Versuche von mir wiederholt, und es wurden dabei alle jene Fehler, welche den Versuchen von Ramisch vorgeworfen wurden, vermieden. Insbesondere wurden alle Stöcke, an welchen sich Knospen von Pollenblüten zeigten, sofort vernichtet und auch sorgfältig darauf

geachtet, ob nicht vielleicht an dem einen oder anderen mit Fruchtblüten ausgestatteten Stocke irgendwo eine vereinzelte Pollen- oder Zwitterblüte versteckt sei. Zur Zeit, als nun die Narben des Bingelkrautes belegungsfähig waren, fanden sich auf viele Meilen in der Runde ganz bestimmt keine Pollenzellen dieser Pflanze vor, und es konnte daher eine Belegung mit solchen Pollen auch nicht stattfinden. Und dennoch schwollen alsbald die Fruchtknoten an, aus den Samenanlagen entwickelten sich Samen mit einem Keimlinge, und aus diesen Samen gingen nach der Aussaat wieder neue, kräftige Stöcke des Bingelkrautes hervor.

Eine gleich dem Bingelkraute zu den Giftmilchern (Euphorbiaceen) gehörende Pflanze, in deren unbefruchteten Samenanlagen Keimlinge entstehen, ist Caelebogyne ilicifolia. Sie wächst wild in den Gebüschdickichten des östlichen Neuholland, wurde im Jahre 1829 nach Europa gebracht und wird jetzt in den Gewächshäusern der botanischen Gärten allenthalben gezogen. Der erste Stock, welcher eingeführt wurde, trug nur Fruchtblüten, und auch alle anderen von diesem abstammenden, jetzt in Europa gezogenen Stöcke haben niemals andere als Fruchtblüten getragen. Stöcke der Caelebogyne mit Pollenblüten beherbergt kein europäisches Gewächshaus. Da man bei anderen zweihäusigen Pflanzen an den weiblichen Stöcken mitunter auch vereinzelte Pollenblüten fand (s. S. 299), so wurde auf diesen Umstand sorgfältigst Rücksicht genommen, aber ermittelt, daß die zu den Beobachtungen ausgewählten Stöcke niemals Pollenblüten hervorbrachten. Auf die Narben der beobachteten Stöcke von Caelebogyne konnte daher Pollen derselben Art nicht gelangt sein. Trotzdem entwickelten sich in zahlreichen Samenanlagen Keimlinge, diese Keimlinge waren lebensfähig und wuchsen zu neuen Stöcken heran, die sämtlich wieder nur Fruchtblüten trugen. Hierzu muß noch bemerkt werden, daß diese jungen Stöcke mit dem zuerst nach Europa gebrachten, von welchem sie sämtlich abstammten, in allen Merkmalen auf das genaueste übereinstimmten. Diese Bemerkung ist darum wichtig, weil man auch auf die Mutmaßung kommen könnte, daß zwar nicht der Pollen von Caelebogyne, aber möglicherweise der Pollen einer anderen Euphorbiacee auf die Narben gelangt sei, daß infolgedessen eine zweiartige Kreuzung stattgefunden habe, und daß die jungen Stöcke Bastarte seien. Wären sie dies, dann müßte doch in ihren Merkmalen irgend ein Anklang an die pollengebende Art zu erkennen sein. Das war aber, wie schon bemerkt, nicht der Fall. Übrigens wurden, um auch die Besorgnis zu heben, daß Pollenzellen von einer anderen Pflanze auf die Narbe übertragen worden sein könnten, blühende Stöcke der Caelebogyne mit Vorbedacht an Orte gebracht, wo der Zutritt jedweden Pollens ausgeschlossen war; die drei Lappen der Narben blieben dort außergewöhnlich lange frisch und erhielten dieses Aussehen selbst noch zur Zeit, als die Fruchtknoten bereits anzuschwellen begannen. Nachdem die Keimlinge ihre volle Größe erreicht hatten (welcher Zustand ungefähr drei Monate nach dem Öffnen der betreffenden Blüte eintrat), welkte und verschrumpfte das Narbengewebe, ein Umstand, der gleichfalls nicht ohne Bedeutung ist, insofern nämlich, als die Narben nach der Belegung mit Pollen alsbald zu welken beginnen und nur unbelegte Narben sich lange Zeit frisch erhalten (s. S. 284). Im Hinblicke auf diese Ergebnisse wiederholter, auf alle möglichen Fehlerquellen Bedacht nehmender Versuche kann es als Thatsache gelten, daß in den Samenanlagen der Caelebogyne ilicifolia auch ohne Einwirkung von Spermatoplasma Keimlinge ausgebildet werden können.

Es entsteht nun die Frage: kann man in den hier vorgeführten Fällen von Fruchtbildung sprechen? Gewiß nicht! Der Begriff der Fruchtbildung erfordert die Verbindung von Ooplasma und Spermatoplasma, oder mit anderen Worten, der Fruchtbildung muß die Befruchtung der betreffenden Fruchtanlage vorhergehen. Wo eine Verbindung von Ooplasma mit Spermatoplasma nicht stattfand, ist das aus der Fruchtanlage entspringende Gebilde, welches weiterhin die Fortpflanzung vermittelt, keine Frucht, sondern ein Ableger. Es

können, wie in einem früheren Abschnitte (S. 43) mitgeteilt wurde, Ableger aus allen Teilen des Lagers, aus allen Höhenstufen des Stammes und aus allen möglichen Blättern hervorgehen. Der Protoplast in einer Zelle des Flechtenlagers oder Moosblättchens, in einer Espenwurzel oder im Stamme der Feuerlilie, am Rande des Orchideenblattes oder über der Rippe des Begonienlaubes kann zum Anfange eines Ablegers werden, warum sollte nicht auch der Protoplast im Oogonium der Chara crinita, im Oogonium eines Laubmooses, in der Samenanlage von Gnaphalium alpinum, Mercurialis annua und Caelebogyne ilicifolia zum Ausgangspunkte eines Ablegers werden können? Die Erfahrung lehrt allerdings, daß in den meisten Fällen sowohl bei Kryptogamen als Phanerogamen die Fruchtanlage zu Grunde geht, wenn sich das zur Empfängnis vorbereitete Ooplasma nicht mit Spermatoplasma vereinigte; aber sie lehrt auch mit ebenso großer Bestimmtheit, daß bei einigen Pflanzen das Ooplasma nicht verdirbt und nicht abstirbt, wenn die erwähnte Vereinigung unterblieben ist.

Auf die an diese Thatsachen geknüpften naturphilosophischen Spekulationen näher einzugehen, wäre hier nicht am Platze. Wichtiger scheint mir die Lösung der Frage, wodurch wohl diese Abweichung von der im Bereiche der Fruchtanlage gewöhnlichen Art der Fortpflanzung veranlaßt sein könnte. In dieser Hinsicht ist zunächst in Betracht zu ziehen, daß alle Pflanzen, an welchen der unter dem Namen Parthenogenese bekannte Vorgang beobachtet wurde, zweihäusig sind. Bei zweihäusigen Pflanzen ist selbstverständlich nur Kreuzung möglich, und zwar erscheint zunächst zweiartige und erst dann, wenn diese nicht zu stande kommt, einartige Kreuzung angestrebt (s. S. 313). Was geschieht aber dann, wenn bei den zweihäusigen Gewächsen die Kreuzung auf irgend eine Weise verhindert ist? Es widerspräche der Ökonomie der Pflanze, daß die Fruchtanlage, deren Aufbau doch eine bedeutende Arbeitsleistung darstellt und gewissermaßen den Schlußstein des ganzen Pflanzengebäudes bildet, so nutzlos und erfolglos wieder dahinwelken und vergehen sollte. Die mit Zwitterblüten ausgestatteten Gewächse haben für den Fall, daß bei ihnen die Kreuzung nicht zu stande kommt, die Fähigkeit, eine Fruchtbildung durch Autogamie einzuleiten; aber diese Fähigkeit geht den zweihäusigen Pflanzen schlechterdings ab, und bei ihnen kann daher das Entstehen von Keimlingen aus unbefruchteten Fruchtanlagen als ein Ersatz der Autogamie oder vielleicht besser gesagt, als eine Einrichtung gegen die Verschwendung der zum Aufbaue der Fruchtanlage nötigen Stoffe und Arbeitskräfte angesehen werden. Einjährige zweihäusige Pflanzen wären auch der Gefahr ausgesetzt, daß bei dem Ausbleiben des Pollens und dem dadurch bedingten Ausbleiben der Fruchtbildung eine Erneuerung der Art nicht mehr stattfände, oder mit anderen Worten, es könnte bei ihnen das Absterben der Stöcke gleichbedeutend sein mit dem Aussterben der Art, welcher die Stöcke angehören. Gegen solche Störungen ist bekanntlich in der mannigfaltigsten Weise vorgesorgt. Unter den hierzu verwendeten Mitteln kommt keines häufiger vor als die Bildung von Ablegern, und die aus diesen Ablegern hervorgehenden beblätterten Triebe sind Selbsterhaltungstriebe in des Wortes vollster Bedeutung. In diesem Sinne könnte daher die Bildung von Ablegern in unbefruchteten Fruchtanlagen zweihäusiger Pflanzen auch als eine Vorbeugung gegen das Aussterben der Art angesehen werden. Gegen diese Auffassung spricht allerdings die Erfahrung, daß aus den Fruchtanlagen mancher zweihäusiger Pflanzen, von welchen der Pollen fern gehalten wird, weder Früchte noch Ableger hervorgehen. Im Wiener botanischen Garten steht seit vielen Jahren ein Busch der kalifornischen Obione halimifolia. Diese Pflanze ist zweihäusig. Der einzige in Wien gepflegte Stock trägt nur Fruchtblüten; Pollen dieser Pflanzenart ist auf 100 Meilen in der Runde, ja wahrscheinlich in ganz Europa nicht zu haben. Die Narben der Obione bleiben daher unbelegt und die Samenanlagen unbefruchtet. Gegen den Herbst zu schwillt die Fruchtanlage zwar an, und auch das Perigon, welches eine Decke der Fruchtanlage bildet,

wächst zu ansehnlicher Größe heran, und das ganze Gebilde macht den Eindruck einer wohlausgebildeten Frucht. Aber die Früchte sind sämtlich taub. In ihrem Inneren ist keine Spur eines Keimlinges zu sehen. Ebensowenig hat sich in diesem Falle an Stelle der Frucht ein Ableger ausgebildet. Ob bei dieser Pflanze nicht doch früher oder später einmal einzelne unbefruchtete Samenanlagen zur Ablegerbildung schreiten, läßt sich freilich weder verneinen noch behaupten. Ein ungelöstes Rätsel bleibt es auch, warum im Ostseegebiete männliche Exemplare der Chara crinita und in der arktischen Flora männliche Stöcke des Gnaphalium alpinum fehlen. Bei Chara crinita fällt es auf, daß männliche Individuen nur in den Küstengegenden ausbleiben, während im Inneren des Kontinentes männliche und weibliche Exemplare dieser Pflanze nebeneinander wachsen. Es scheint, daß hier klimatische Verhältnisse und die geschichtliche Entwickelung unserer jetzigen Floren nicht ohne Einfluß sind, aber es fehlen Anhaltspunkte, um diesen Gedanken weiter verfolgen zu können.

Wenn bei den oben vorgeführten Pflanzen die Parthenogenese nur eine besondere Form der Ablegerbildung darstellt, so ist es gleichgültig, welche Protoplasten im Inneren der Samenanlage zu Ausgangspunkten für die Ableger werden. Bei Caelebogyne wird zwar zunächst der Keimlingsprotoplast (Keimbläschen) in die Ablegerbildung einbezogen, aber neben ihm können auch noch andere Protoplasten im Oogonium (Embryosack) verwendet werden. Auch Protoplasten der Samenanlage außerhalb des Oogoniums werden zu Anfängen von Ablegern oder können doch solche werden. In diesem letzteren Falle wachsen dann die Ableger in das Oogonium hinein und verbrauchen hierbei das dort aufgespeicherte Protoplasma. Mitunter entstehen in derselben Samenanlage mehrere Keimlinge oder Embryonen dicht nebeneinander, was man „Polyembryonie" genannt hat. Es hat übrigens den Anschein, als ob dieser Vorgang auch in Fruchtanlagen von Zwitterblüten, bei welchen eine Belegung der Narbe mit Pollen in aller Ordnung stattgefunden hat, und wo sogar Pollenschläuche bis zur Mikropyle gelangt sind, bisweilen stattfinden würde. Wenigstens hat man an einigen Lilifloreen, zumal den Arten der Gattung Funkia und an dem Lauche Allium fragrans, bei welchen die Befruchtung in der gewöhnlichen Weise vor sich ging, Polyembryonie beobachtet.

Das Eigentümliche der Parthenogenese besteht darin, daß die in der Samenanlage sich ausbildenden Ableger die Gestalt von Keimlingen annehmen, welche sich von den infolge der Befruchtung entstandenen Keimlingen in nichts unterscheiden. Wenn an Stelle einer Samenanlage im Inneren des Fruchtknotengehäuses Knöllchen oder Knospen, also Anfänge von beblätterten Trieben oder Sprossen, entstehen, wie beispielsweise bei Amaryllis und Crinum (s. S. 42), so bildet die Achse dieser Sproßanfänge eine Abzweigung von der Mutterpflanze. Die Ableger, welche im Inneren der Samenanlagen entstehen, sind aber keine Abzweigungen, sondern junge Pflänzchen mit Würzelchen, Stamm und Blättern, welche von der Mutterpflanze durch Vermittelung eines besonderen Gewebes ernährt werden, und dieses Gewebe kann durchaus nicht als Fortsetzung der in dem jungen Pflänzchen sich ausbildenden Achse angesehen werden. Diese Ableger im Inneren der Samenanlagen erhalten eine neue selbständige Achse, und darin liegt eben der wesentliche Unterschied von jenen Ablegern, welche in dem vorhergehenden Kapitel besprochen wurden. Warum aus den Protoplasten im Inneren der Samenanlage nur Keimlinge als Ableger hervorgehen, ist eine Frage, deren Lösung vielleicht dann möglich wäre, wenn wir die Unterschiede kennen würden, welche zwischen dem lebendigen Protoplasma inner- und außerhalb der Samenanlage bestehen. Darüber fehlt aber jede Erfahrung.

Generationswechsel.

Wer bei ruhigem Wetter die Seeanemonen und die mannigfaltigen Polypen- und Korallenstöcke in der blaugrünen, klaren Flut seichter Meeresbuchten zum ersten Male erblickt, ist versucht zu glauben, ein Spiegelbild bunter, am Gestade blühender Pflanzen vor sich zu haben. Die Kränze aus sternförmig ausgebreiteten, die Mundöffnung besäumenden Fangarmen sehen roten und violetten Astern oder den Blüten von Kristallkräutern auf einige Entfernung täuschend ähnlich, die äußeren Skelette ahmen die Form von Stämmen nach, und durch die Gruppierung der Äste wird man lebhaft an den Aufbau rasenförmiger Pflanzenstöcke erinnert. Auch entbehren die Korallen- und Polypenstöcke der freien Ortsveränderung und sind, ähnlich den Florideen und anderen im Meere wachsenden Wasserpflanzen, der felsigen Unterlage angeheftet. Wenn daher die Zoologen diesen seltsamen Meeresbewohnern den Namen **Pflanzentiere** gegeben haben, so ist das zunächst schon mit Rücksicht auf die äußere Erscheinungsweise im hohen Grade zutreffend.

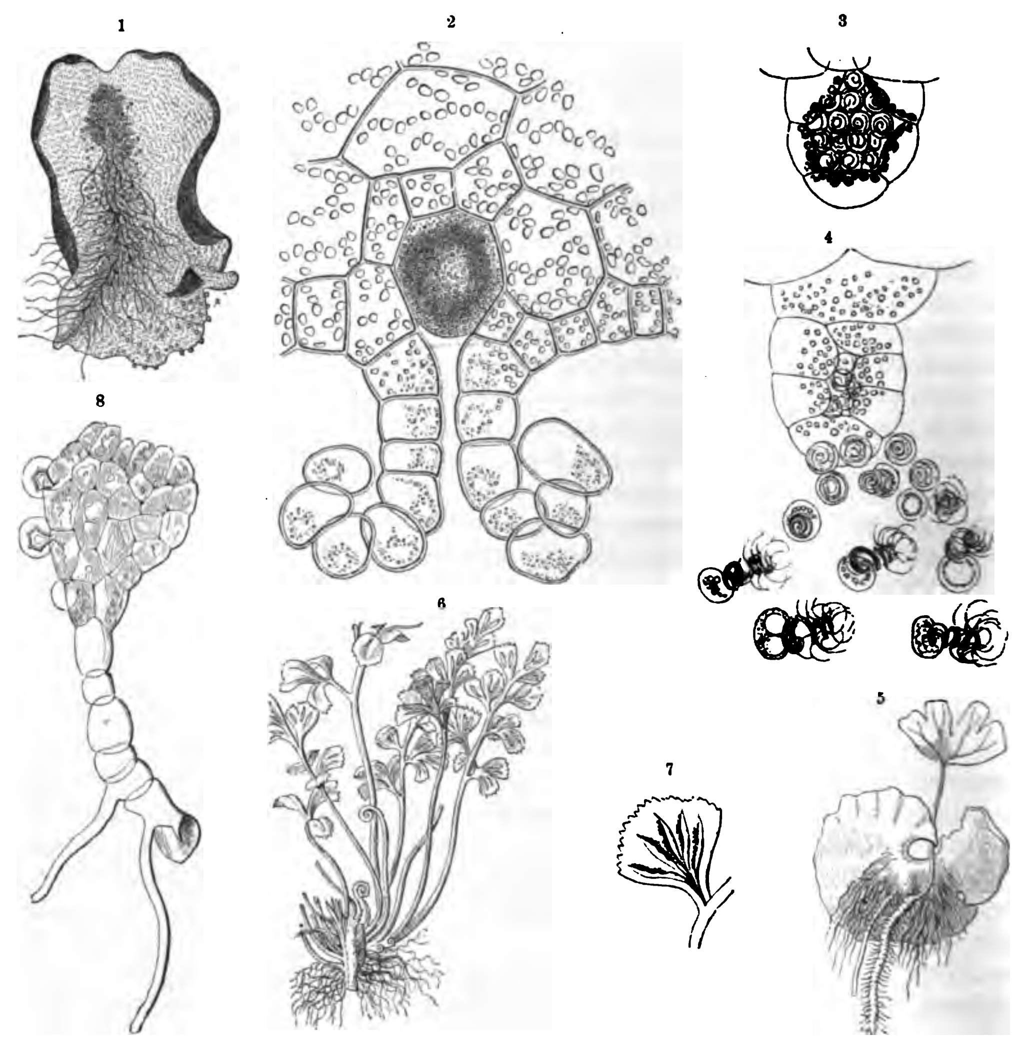
Aber auch der innere Bau und die Lebensweise dieser Tiere zeigen überaus merkwürdige Anklänge an Pflanzen. Bei manchen Arten verhalten sich die einzelnen, zu einem Stocke vereinten Individuen ganz so wie Organe eines Körpers, wie Teile eines zusammengesetzten Organismus, welche verschiedenen Lebensverrichtungen dienen. Es hat eine Teilung der Arbeit unter den verschiedenen den Stock aufbauenden Einzeltieren stattgefunden. Der eine Ast des Stockes besorgt die Aufnahme von Nahrung, der andere die Fortpflanzung, und doch haben sie einen gemeinsamen Verdauungsraum, so zwar, daß die von einem Teile der Einzeltiere erworbenen Säfte in alle Teile des Stockes übergehen und auch denjenigen zu statten kommen, welche keine Nahrung aus der Umgebung aufnehmen. Die Fortpflanzung der Pflanzentiere erfolgt auf zweifache Weise. Ähnlich wie an den Zweigen eines Baumes Knospen angelegt werden, welche sich zu neuen Zweigen ausgestalten, entstehen auch an den Pflanzentieren Knospen, welche sich vergrößern und zu Einzeltieren auswachsen. Bleiben diese mit dem Körper, aus dem sie hervorgesproßt sind, verbunden, und wiederholt sich dieser Vorgang zu öfteren Malen, so entstehen allmählich reichverzweigte Stöcke von bedeutendem Umfange. Bei vielen Pflanzentieren, zumal bei den sogenannten Polypomedusen, gestalten sich einzelne Zweige der geschlechtslosen Polypenform zu becherförmigen oder kapselförmigen Gebilden, in deren Innerem Knospen entstehen, welche die Gestalt von Scheiben mit einem Kranze von Fangarmen annehmen, sich dann ablösen und frei im Wasser herumschwimmen. Man nennt diese aus den Knospen entstandenen, frei gewordenen und schwimmenden Einzeltiere Medusen. Die Medusen sind mit Geschlechtsorganen versehen, befruchten sich, und aus dem befruchteten Ei geht ein Embryo hervor, der sich an einer geeigneten Stelle im Meeresgrunde festsetzt und entweder zu einem neuen geschlechtslosen Polypenstocke oder zu einer Gruppe mit Geschlechtsorganen versehener Medusen auswächst. Das letztere geschieht auf folgende Weise: Nachdem der von einer Meduse entlassene, birnförmige Embryo eine Zeitlang im Wasser herumgeschwommen ist, setzt er sich mit dem dünneren Ende fest und erhält die Gestalt einer Keule. An diesem keulenförmigen Körper entstehen nun ringförmige Einkerbungen, welche sich mehr und mehr vertiefen, so daß nach einiger Zeit an Stelle der Keule parallele Scheiben erscheinen, die durch einen mittleren Stiel zusammengehalten werden. Das so entstandene Gebilde hat fast das Ansehen eines Zapfens, nur daß nicht einseitig ausladende Schuppen, sondern übereinander liegende Scheiben von der Spindel zusammengehalten werden. Die Spindel schrumpft nun zusammen, die einzelnen Scheiben trennen sich und schwimmen als Medusen im Meere herum. Diese Medusen sind mit Geschlechtsorganen versehen, und nach vorhergegangener Befruchtung kann aus dem Embryo wieder entweder eine ungeschlechtliche oder eine geschlechtliche

Generation gebildet werden. Diesen Wechsel von ungeschlechtlicher und geschlechtlicher Generation hat man **Generationswechsel** genannt.

In der Tierwelt auf einige wenige Kreise beschränkt, findet sich der Generationswechsel in der Pflanzenwelt als eine ganz gewöhnliche, weitverbreitete Erscheinung. Bei den **Phanerogamen** ist der Pflanzenstock eine Vereinigung von Sprossen. Jeder Sproß besteht aus mehreren übereinander stehenden Gliedern, von welchen die oberen jüngeren stets unter Beihilfe und durch Vermittelung der unteren älteren entwickelt werden. Diese Sproßglieder bleiben miteinander verbunden, und das Gewebe, welches die Verbindung herstellt, ist mit seinen Luft und Wasser leitenden Röhren zugleich als ein allen Sproßgliedern gemeinsames Organ aufzufassen. Insofern als die Sproßglieder die Fähigkeit besitzen, voneinander getrennt als Einzelwesen weiterzuleben, hat man sie als Individuen aufgefaßt und **Anaphyten** genannt (s. S. 7). Im Sprosse, beziehentlich im Pflanzenstocke verbunden, führen sie einen gemeinsamen Haushalt, und es hat unter ihnen eine Teilung der Arbeit stattgefunden. Die Anaphyten der Mittelblatt- oder Laubblattstufe dienen in erster Linie der Zubereitung von Baustoffen, jene der Hochblattstufe der Herstellung der Geschlechtszellen, durch deren Vereinigung die Frucht gebildet werden soll. Sprosse, welche als Abschluß Anaphyten der letzteren Art enthalten, nennt man Blüten; Sprosse, welche mit Laubblättern abschließen, oder besser gesagt, Sprosse, deren oberste Anaphyten mittels ihres grünen Gewebes Baustoffe zubereiten, heißen Laubsprosse. Als erste Anlage der Sprosse erscheinen bekanntlich Knospen, und diese sind entsprechend der eben angedeuteten, verschiedenen Arbeitsleistung ihrer obersten Anaphyten entweder Blütenknospen oder Laubknospen. Die Sprosse, welche aus den Laubknospen hervorgehen, bleiben in den meisten Fällen mit dem betreffenden Stocke verbunden und erscheinen als Zweige desselben; die Sprosse, welche aus den Blütenknospen entsprungen sind, lösen sich dagegen nach erfolgter Befruchtung und Fruchtbildung ganz oder teilweise von dem Stocke ab und es entsteht dort, wo früher die Blütenknospe gestanden hatte, eine Narbe. Jeder Sproß kann als eine Generation aufgefaßt werden, und dem entsprechend ist auch **der bei allen Phanerogamen beobachtete Wechsel in der Ausbildung von Laubsprossen und Blütensprossen, beziehentlich von Laubknospen und Blütenknospen an einem und demselben Stocke als Generationswechsel zu bezeichnen.**

Wesentlich anders sind die Beziehungen der geschlechtlichen und ungeschlechtlichen Generation bei den Farnen, Schachtelhalmen und überhaupt bei allen jenen Kryptogamen, welche unter dem Namen **Gefäßkryptogamen** zusammengefaßt werden. Bei den Farnen erscheint die Generation, welche die Geschlechtsorgane trägt, als ein flächenförmig ausgebreiteter Gewebekörper, von dessen unterer Seite zarte, haarförmige Wurzelfasern in die unterliegende Erde eindringen (s. die Abbildungen, S. 12, Fig. 16, und S. 468, Fig. 1). Meistens hat dieser unter dem Namen Prothallium bekannte Gewebekörper die Gestalt eines herzförmigen oder länglichen Lappens und erreicht eine Länge von ungefähr 0,5 — 1 cm. Die Geschlechtsorgane entwickeln sich an der unteren, dem Boden zusehenden Seite des Prothalliums, und zwar die Antheridien als winzige, über die Fläche vorragende Warzen (s. Abbildung, S. 468, Fig. 3) und die Amphigonien ebendort als flaschenförmige Gebilde, welche mit ihrem bauchig erweiterten Teile in das Gewebe des Prothalliums eingesenkt sind und nur mit dem Halsteile sich über dieses erheben (s. Abbildung, S. 468, Fig. 2). Bei der Mehrzahl der Farne trägt dasselbe Prothallium die zweierlei Geschlechtsorgane so verteilt, daß die Amphigonien in der Nähe des herzförmigen Ausschnittes, die Antheridien an dem gegenüberliegenden Rande des grünen kleinen Lappens liegen. Seltener kommt es vor, daß das eine Prothallium nur Amphigonien, das andere nur Antheridien trägt. Nachdem die aus den Antheridien entlassenen, schraubig gedrehten Spermatozoiden (s. Abbildung, S. 468, Fig. 4) durch den Halsteil in den bauchig erweiterten Teil des Amphigoniums eingedrungen

sind und sich dort mit dem Ooplasten (s. untenstehende Abbildung, Fig. 2) vereinigt haben, ist die Befruchtung vollzogen. Das Amphigonium mit dem in ihm geborgenen befruchteten Ooplasma ist jetzt als Frucht aufzufassen. Diese Frucht löst sich von dem Gewebe, in dem sie entstanden ist, nicht ab, sondern wird im Verbande mit demselben zum Ausgangspunkte



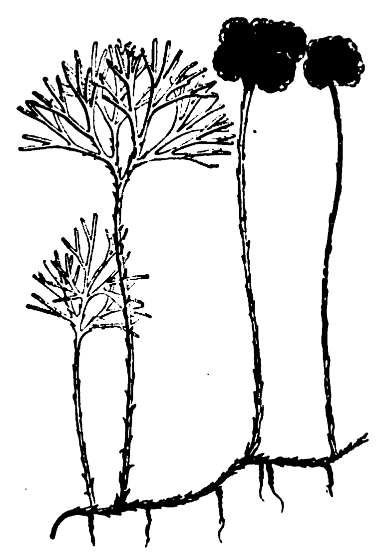
Generationswechsel der Farne: 1. Prothallium eines Farnes, von der unteren Seite gesehen. In der Nähe des herzförmigen Ausschnittes die Amphigonien, gegenüber am Rande des Lagers die Antheridien, im Mittelfelde die Wurzelhaare. — 2. Längsschnitt durch eine Fruchtanlage (Amphigonium). — 3. Längsschnitt durch ein Antheridium. — 4. Spermatozoiden, welche das Antheridium verlassen. — 5. Anfan g der ungeschlechtlichen Generation. Aus der Frucht ist nach oben zu ein Wedel, nach abwärts eine Wurzel hervorg ewachsen. — 6. Ungeschlechtliche Generation eines Farnes (Asplenium Ruta muraria); an der Unterseite der Wedelabschnitte die zu länglichen Häufchen geordneten Sporengehäuse. — 7. Ein Wedelabschnitt vergrößert; die Sporengehäuse von einem Häutchen (Indusium) einseitig bedeckt. — 8. Erste Entwickelungsstufe eines Prothalliums (geschlechtliche Generation), welche aus einer ungeschlechtlichen, von einem Wedel abgefallenen Spore hervorgeht. Fig. 6 in natürlicher Größe, Fig. 1 ungefähr 8fach, Fig. 2, 3 uud 4: 350fach, Fig. 5: 6fach, Fig. 7: 3fach: Fig. 8: 240fach vergrößert. Vgl. Text, S. 467—472.

für eine zweite Generation, welche in ihren Lebensverrichtungen sowie in ihrer Gestalt von der geschlechtlichen Generation gänzlich verschieden ist. Die Frucht fächert sich in mehrere Zellen; eine Zelle wird zum Anfange eines Hauptstammes, eine zweite zum Anfange des ersten Wedels, eine dritte zum Anfange einer Wurzel, und eine vierte vermittelt noch eine



Baumfarne auf Ceylon. (Nach der Natur von E. von Ransonnet.) Vgl. Text, S. 470.

Zeitlang den Zusammenhang mit dem Prothallium (s. Abbildung, S. 468, Fig. 5). Der Wedel breitet sich aus, und sein grünes Gewebe erzeugt Stoffe zum Weiterbaue des jungen Farnstockes. Alsbald sprießt aus dem sich verlängernden Hauptstamme ein zweiter Wedel hervor, und nun ist der junge Farnstock in betreff der zu seinem weiteren Ausbaue benötigten Stoffe nicht mehr auf das Prothallium angewiesen. Das Gewebe des Prothalliums ist ohnedies inzwischen abgestorben, und dort, wo dasselbe früher gestanden hatte, befindet sich jetzt der Farnstock mit seinen grünen Wedeln (s. Abbildung, S. 468, Fig. 6). An Stelle der geschlechtlichen Generation ist eine ungeschlechtliche getreten. Der Farnstock trägt nämlich keine Geschlechtsorgane und ist daher als ungeschlechtliche Generation aufzufassen. Seine zuerst entstandenen Wedel erzeugen mit ihrem grünen Gewebe Stoffe zum weiteren Ausbaue, insbesondere zur Herstellung neuer Wedel, welche in zunehmender Zahl von dem an seinem Scheitel fortwachsenden stets massiger werdenden und bei den Baumfarnen (s. Abbildung, S. 469) in Gestalt eines Strunkes sich erhebenden Hauptstamme abzweigen. Indessen ist diese Aufgabe nicht die einzige, welche den Wedeln zukommt. Sie haben nämlich auch noch die Vermehrung und Verbreitung der betreffenden Art zu besorgen, und das geschieht durch Sporen, welche in besonderen gruppenweise angeordneten Gehäusen an den Wedeln entstehen (s. Abbildungen, S. 468, Fig. 6 und 7, und S. 12). Bei den meisten Farnen wird diese doppelte Aufgabe von einem und demselben Wedel besorgt, und es besteht zwischen den assimilierenden und den sporenerzeugenden Teilen in der äußeren Form kein erheblicher Unterschied. Bei dem Königsfarne (Osmunda regalis) und einigen anderen mit ihm verwandten Arten ist dagegen der assimilierende und sporenerzeugende Teil des Wedels schon nach dem äußeren Ansehen verschieden. Bei Blechnum Spicant und Allosurus crispus sind die mit Sporengehäusen besetzten Abschnitte der Wedel schmal, die Abschnitte der assimilierenden Wedel flächenförmig ausgebreitet, bei Rhipidopteris peltata haben die mit Sporengehäusen besetzten Wedel die Gestalt von Näpfen, welche von schlanken Stielen getragen werden, während die assimilierenden Wedel fächerförmig ausgebreitet sind (s. obenstehende Abbildung), und bei Platycerium alcicorne nehmen die mit Sporengehäusen besetzten Wedel die Gestatt von Renntiergeweihen an, während die Wedel ohne Sporangien grüne Lappen bilden, welche der Borke der Baumstämme aufliegen und lebhaft an große Prothallien erinnern (s. Abbildung, S. 471). Sobald die Sporen die Form loser Zellen angenommen haben, werden sie aus den Gehäusen entlassen und durch Luftströmungen verbreitet. Sie siedeln sich auf feuchter Erde, in Felsritzen und auf der Borke alter Bäume an und wachsen dort zu einem Prothallium heran (s. Abbildung, S. 468, Fig. 8), das Geschlechtsorgane ausbildet.



Rhipidopteris peltata.

Über den Generationswechsel der Schachtelhalme (Equisetaceen) geben die Abbildung auf S. 14 und die erläuternden Bemerkungen auf S. 15 und 63 die nötigen Aufschlüsse. Es wäre nur noch beizufügen, daß bei manchen Schachtelhalmen, wie z. B. bei Equisetum silvaticum (s. Abbildung, S. 14, Fig. 7), ein und derselbe Sproß die Assimilation und die Sporenbildung besorgt, während bei anderen Arten, wie z. B. bei Equisetum arvense, diese Arbeiten auf zwei Sprosse desselben Stockes verteilt sind, nämlich

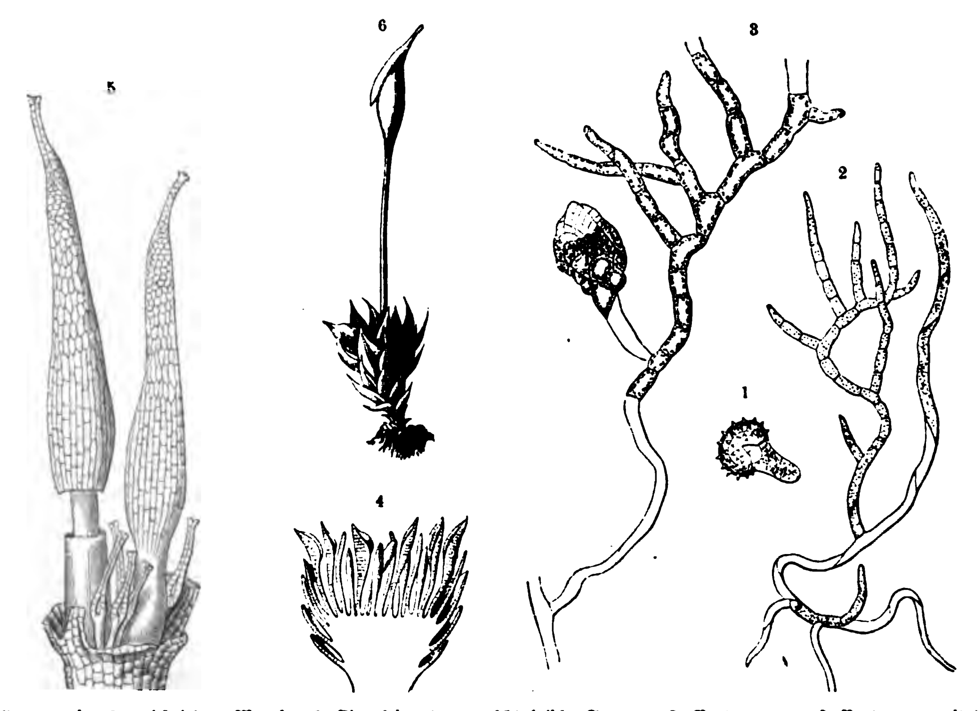
auf einen Frühlingssproß, welcher des Chlorophylls entbehrt und nicht assimiliert, aber an seinem Gipfel eine mit Sporengehäusen besetzte Ähre ausbildet (s. Abbildung, S. 14, Fig. 2), und dann auf einen Sommersproß, welcher grüne, assimilierende Zweige entwickelt, aber keine Sporen erzeugt (s. Abbildung, S. 14, Fig. 1). Die **Bärlappe** (Lykopodiaceen) sind insofern bemerkenswert, als ihre ungeschlechtliche Generation zweierlei Sporen erzeugt, Großsporen und Kleinsporen (Makrosporen und Mikrosporen). An den Prothallien, welche aus den Kleinsporen hervorgegangen sind, entstehen Antheridien mit Spermatozoiden, an den Prothallien, welche sich aus den aufgerissenen Großsporen hervordrängen, entstehen die Amphigonien, in welchen der zu befruchtende Ooplast eingebettet ist (s. S. 15 und 64).



Platycerium alcicorne. (Nach einer von Seleny nach der Natur ausgeführten Zeichnung.) Vgl. Text, S. 470.

Bei den **Laubmosen** entwickeln sich die Geschlechtsorgane an dem oberen Teile zarter Stämmchen und zwar zwischen grünen, schuppenförmigen Blättchen. Die Befruchtung und Fruchtbildung ist ähnlich jener der Farne. Gleichwie die Frucht der Farne mit dem Prothallium, bleibt die Frucht der Laubmoose mit dem Stämmchen, an dem sie ausgebildet wurde, in Verbindung, was insofern von Wichtigkeit ist, als infolgedessen die aus der Frucht hervorwachsende ungeschlechtliche Generation überhoben ist, sich die zu ihrem Aufbaue benötigten Stoffe selbst zuzubereiten. Sie erhält sie nämlich noch durch Vermittelung des Moosstämmchens, das fortdauernd frisch und grün bleibt und sich die Fähigkeit, zu assimilieren, auch dann noch bewahrt, wenn aus der Frucht die ungeschlechtliche Generation hervorsprießt. Diese ungeschlechtliche Generation entwickelt sich in folgender Weise. Der vielzellige Fruchtkörper, welcher aus dem im flaschenförmigen Amphigonium geborgenen

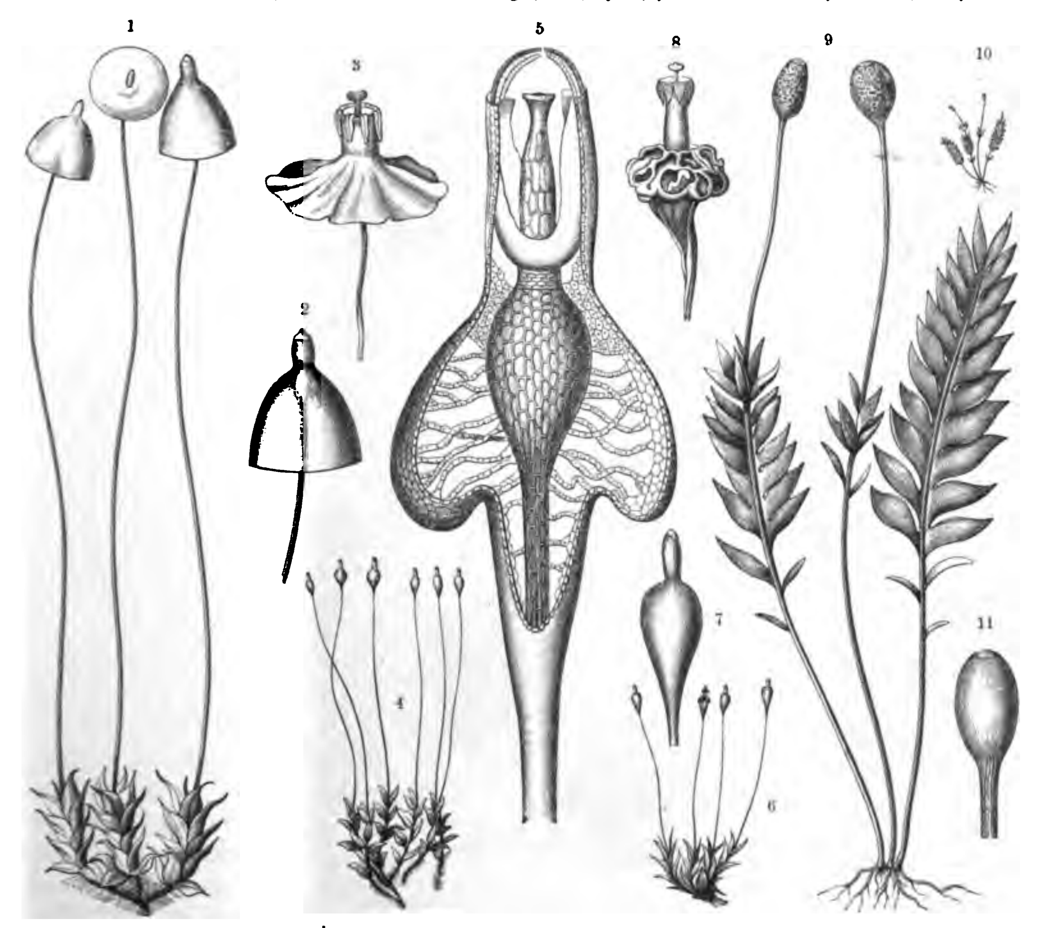
Ooplasten nach der Befruchtung entstanden ist, gestaltet sich zu einem büchsenförmigen Körper, und unter demselben entsteht ein Stiel oder Träger der Büchse, dessen meistenteils knollig angeschwollene Basis in das Gewebe des Moosstämmchens eingesenkt ist. Wenn sich der Träger der Büchse in die Länge streckt, wird die aus dem Amphigonium hervorgegangene Fruchthülle nahe der Basis quer durchgerissen, und es bildet die Fruchthülle jetzt eine über die Büchse gestülpte Mütze (s. untenstehende Abbildung, Fig. 5 und 6). Später wird diese Mütze abgeworfen, und die Büchse, deren Füllgewebe sich mittlerweile in zahlreiche einzelne lose Sporen umgewandelt hat, gibt diese bei der geringsten Erschütterung den Winden preis. Die Form dieser als zweite Generation aufzufassenden gestielten Büchsen und deren Ver-



Generationswechsel der Moose: 1. Eine keimende ungeschlechtliche Spore. — 2. Protonema. — 3. Protonema mit der Anlage eines Moosstämmchens. — 4. Scheitel des Moosstämmchens mit Antheridien zwischen den schuppenförmigen Blättchen (Längsschnitt). — 5. Scheitel eines Moosstämmchens mit Fruchtanlagen (Amphigonien) und Früchten; aus einer Frucht entwickelt sich bereits die zweite Generation. — 6. Moosstämmchen, an dessen Scheitel aus einer dort entstandenen Frucht die zweite ungeschlechtliche Generation hervorgewachsen ist. In der endständigen Büchse werden ungeschlechtliche Sporen ausgebildet. — Fig. 1, 2 und 3: 350—400fach, Fig. 4 ungefähr 15fach, Fig. 5: 80fach und Fig. 6: 5fach vergrößert. Vgl. Text, S. 472–473.

hältnis zu den mit grünen assimilierenden Blättchen besetzten Stämmchen der ersten Generation sind überaus mannigfaltig. In der Abbildung auf S. 473, Fig. 1—11 erscheinen die seltsamen Gestalten der auf dem Kote von Renntieren, Rindern und anderen Wiederkäuern wachsenden Splachnaceen (Splachnum luteum, vasculosum und ampullaceum) sowie das in Band I, S. 357 besprochene Smaragdmoos (Schistostega osmundacea) abgebildet, und oben S. 16 finden sich jene eines Widertones (Polytrichum), eines Knotenmooses (Bryum), eines Waldmooses (Hylocomium), einer Andreäa (Andreaea) und eines Torfmooses (Sphagnum) dargestellt. Die Sporen, welche als einzellige Ableger der ungeschlechtlichen Generation anzusehen sind, siedeln sich auf einer feuchten Unterlage an und beginnen hier zu keimen (s. obenstehende Abbildung, Fig. 1), d. h. es wächst aus denselben eine schlauchförmige Zelle hervor, welche sich fächert und zum Ausgangspunkte für ein offenes Zellennetz wird, das dem freien Auge als ein Gespinst zarter Fäden erscheint

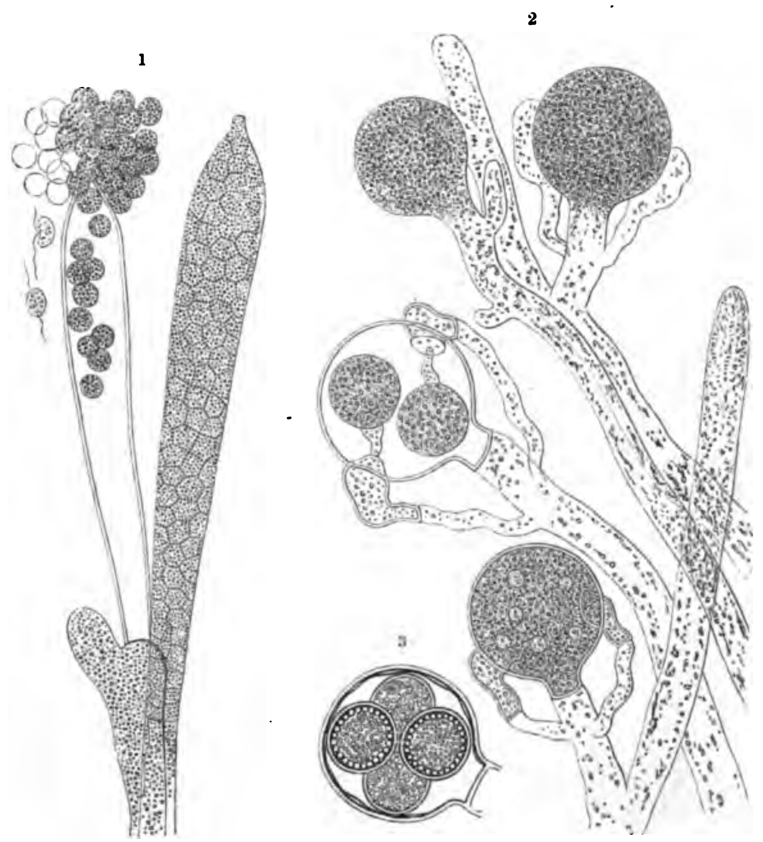
(s. Abbildung, S. 472, Fig. 2). Man hat dasselbe Protonema genannt. Einige Zellenreihen des Protonemas sind farblos, senken sich in die feuchte Unterlage und wirken als Saugzellen, die anderen sind lebhaft grün gefärbt und breiten sich über dem Boden aus. Aus einer grünen Zelle des Protonemas wächst nach einiger Zeit ein knospenartiges Gebilde hervor (s. Abbildung, S. 472, Fig. 3); dieses gliedert sich in eine Achse und in grüne Blättchen, und überdies kommen noch, von der Achse ausgehend, zwischen den Blättchen versteckt, Ge-



Generationswechsel der Moose: Verschiedene Formen der Büchsen, welche als ungeschlechtliche Generation aus dem Scheitel der Moosstämmchen hervorwachsen. 1. Splachnum luteum. — 2. Eine unreife Büchse desselben. — 3. Eine reife Büchse desselben Mooses. — 4. Splachnum vasculosum. — 5. Längsschnitt durch eine reife Büchse dieses Mooses. — 6. Splachnum ampullaceum — 7. Eine unreife Büchse, — 8. eine reife Büchse desselben. — 9 und 10. Schistostega osmundacea. — 11. Eine reife Büchse dieses Mooses. — Fig 1, 4, 6, 10 in natürlicher Größe, Fig. 2 und 3: 2fach, Fig. 7, 8 und 9: 10fach, Fig. 11: 15fach, Fig. 5: 100fach vergrößert. Vgl. Text, S. 472.

schlechtsorgane zum Vorscheine (s. Abbildung, S. 472, Fig. 4). Die aus der Frucht hervorgehende Sporenbüchse mit ihrem Träger bildet demnach die ungeschlechtliche, das die Geschlechtsorgane tragende Moosstämmchen die geschlechtliche Generation. Bei den Lebermoosen besitzt die geschlechtliche Generation in vielen Fällen kein Stämmchen, sondern hat das Ansehen eines verschiedentlich ausgebuchteten Lappens. Auch die ungeschlechtliche Generation zeigt mannigfaltige Abweichungen, aber in den wesentlichsten Punkten des Generationswechsels besteht zwischen Lebermoosen und Laubmoosen kein Unterschied.

Der Generationswechsel der Blütentange oder Florideen ähnelt insofern jenem der Laub- und Lebermoose, als die auf geschlechtlichem Wege erzeugte Frucht (s. S. 56) im Verbande mit der Mutterpflanze verharrt und in diesem Verbande zu einer zweiten Generation heranwächst, welche die Gestalt einer Büchse oder einer Kapsel hat, in der die Sporen entstehen. Die Sporen werden aus ihrem Gehäuse entlassen, verbreiten sich in dem umgebenden Wasser, setzen sich an irgend einer Unterlage fest und bilden den Anfang der geschlechtlichen Generation, d. h. jener Generation, welche wieder Geschlechtsorgane trägt und Früchte erzeugt. In welcher Weise der Generationswechsel bei den Peronosporeen stattfindet, wurde auf S. 20, 52, 53 und 54 besprochen und durch Abbildungen erläutert. Auch der Generationswechsel der Siphonaceen, insbesondere jener der Gattung Vaucheria, wird aus der Verbindung der Schilderung auf S. 54 und 55 und jener in Band I, S. 22 ersichtlich. Eine auffallende Übereinstimmung mit den Vaucheriaceen zeigen in betreff des Wechsels von geschlechtlicher und ungeschlechtlicher Generation auch die Saprolegniaceen, jene schimmelartigen Gebilde, welche auf verwesenden, im Wasser schwimmenden Tieren und auch als todbringende Schmarotzer an den Kiemen der Fische wuchern. Aus den farblosen, schlauchförmigen Zellen, welche das Lager dieser Pflanzen bilden, erheben sich das eine Mal keulenförmige Schläuche, aus welchen eine Unzahl kugeliger, mittels Wimpern im Wasser herumschwimmender Zoosporen entlassen werden (s. obenstehende Abbildung, Fig. 1), das andere Mal bilden sich aus demselben Lager Aussackungen, welche zu Antheridien und zu kugelförmig aufgetriebenen Oogonien werden. Aus den von dem Oogonium umschlossenen Ooplasten geht nach erfolgter Befruchtung durch das aus den Antheridien entlassene Spermatoplasma eine Frucht hervor (s. obenstehende Abbildung, Fig. 2 und 3).

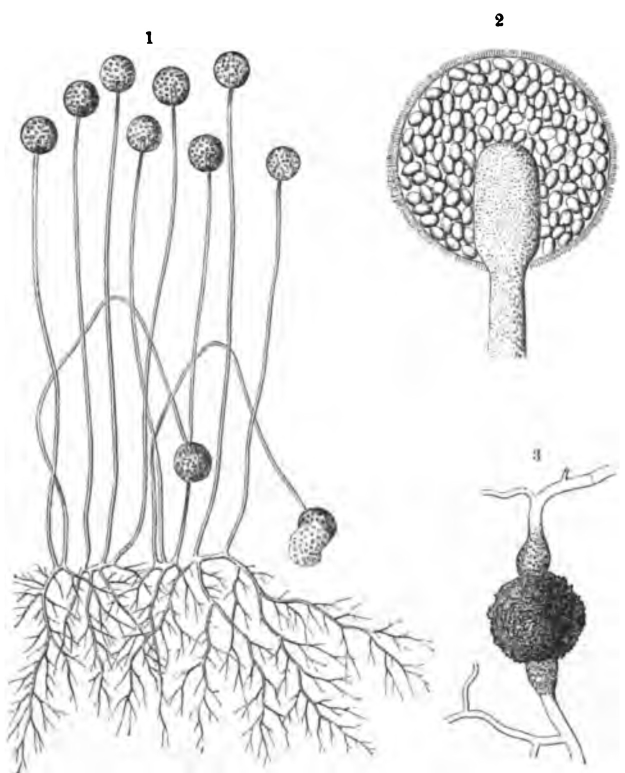


Generationswechsel der Saprolegniaceen: 1 Entwickelung ungeschlechtlicher Sporen. — 2. Befruchtung. — 3. Fruchtbildung. — Sämtliche Figuren ungefähr 400fach vergrößert.

Auch bei jenen Schimmelbildungen, welche unter dem Namen Mukorineen begriffen werden, erheben sich aus dem mit einem Spinnengewebe zu vergleichenden Mycelium das eine Mal lange, dünne Schläuche, an deren freiem Ende sich eine große mit Sporen erfüllte

Zelle ausbildet (s. untenstehende Abbildung, Fig. 1 und 2), das andere Mal kurze Schläuche, welche sich wie kolbenförmige Aussackungen ausnehmen, zu zwei und zwei gegeneinander wachsen und durch Verschmelzung ihres protoplasmatischen Inhaltes eine Jochfrucht bilden (s. untenstehende Abbildung, Fig. 3). Sowohl die ungeschlechtlich erzeugten Sporen als die Jochfrüchte, welche das Ergebnis der Befruchtung sind, kommen auf geeigneter Unterlage zum Keimen und werden zu Anfängen verzweigter Mycelien, von welchen neuerdings bald Sporen, bald Früchte ausgehen.

Der Generationswechsel des **Wassernetzes** (Hydrodyction) und der mit ihm verwandten Wasserpflanzen ist insofern sehr merkwürdig, als die ungeschlechtliche Vermehrung durch Thallidien stattfindet, welche in den Zellen der Mutterpflanze ausgebildet werden (s. S. 24), während die Früchte dadurch entstehen, daß das Protoplasma in bestimmten Zellen in Tausende kleiner Partikel zerfällt, welche in das umgebende Wasser austreten, sich daselbst paaren, miteinander verschmelzen und kugelige Früchte bilden, aus welchen schließlich auch wieder kleine Wassernetze hervorgehen. Am einfachsten ist der Generationswechsel der **Desmidiaceen** und **Diatomaceen**. Die Früchte dieser winzigen, einzelligen Wasserpflanzen entstehen infolge der Paarung zweier Individuen. Die ungeschlechtliche Vermehrung erfolgt dadurch, daß sich der protoplasmatische Inhalt einer Zelle in zwei Hälften sondert, und daß sich zwischen diese beiden Hälften eine Scheidewand einschiebt; nachträglich zerklüftet diese Scheidewand, die beiden Hälften fallen auseinander, jede derselben wird dadurch selbständig und kann sich bald darauf neuerdings in derselben Weise vermehren.



Generationswechsel der Mukorineen: 1. Entwickelung ungeschlechtlicher Sporen in kugeligen Sporengehäusen. — 2. Ein Sporengehäuse im Längsschnitt. — 3. Bildung einer Jochfrucht. — Fig. 1: 40fach, Fig. 2: 260fach, Fig. 3: 180fach vergrößert.

Nur selten ist der Generationswechsel in der Weise geregelt, daß auf jede ungeschlechtliche Generation unmittelbar eine geschlechtliche, auf diese wieder eine ungeschlechtliche u. s. f. folgt. Meistenteils kommt nach Ausbildung mehrerer ungeschlechtlicher Generationen eine geschlechtliche an die Reihe, und es sind auch Fälle bekannt, wo erst nach einer langen Kette ungeschlechtlicher Generationen als große Seltenheit eine vereinzelte geschlechtliche eingeschaltet ist. Auch ist bemerkenswert, daß bei vielen Arten die ungeschlechtlichen Generationen je nach der Altersfolge in ihrer äußeren Erscheinung gewisse Abweichungen zeigen. Sehr häufig zeigt der Sproß, welcher als erste ungeschlechtliche Generation aus der Knospe des Sproßblattstammes hervorgegangen ist, einen ganz anderen Zuschnitt des Laubes als der ihm folgende. Bei langlebigen Sträuchern

und Bäumen kommt es auch vor, daß eine lange Stufenreihe ungeschlechtlicher Generationen entsteht, von welchen die untersten von den obersten so auffällig verschieden sind, daß man zwei ganz verschiedene Pflanzenarten vor sich zu haben glaubt, und daß es den Eindruck macht, es sei hier durch die Hand eines Gärtners künstlich auf die eine Art eine zweite gepfropft worden. Die Sprosse der jungen Epheustöcke (Hedera Helix), welche im Grunde des Waldes über die Erde hinkriechen, und auch jene, welche die Borke alter Baumstämme und die Steilwände felsiger Bergabhänge erklimmen, tragen stumpf gelapptes, weiß geädertes, mattes Laub und entwickeln an der vom Lichte abgewendeten Seite eine große Menge von Haftwurzeln, mit denen sie sich an der Unterlage festhalten. Die Sprosse der alten Epheustöcke, welche hoch oben in der Krone des erkletterten Baumes oder am oberen Rande der Steilwand eines überwucherten Felsens entstehen, tragen herzförmiges, nicht geädertes, glänzendes Laub und entwickeln keine Luftwurzeln. Nur aus den letzteren kommen endlich auch Blütenknospen zum Vorscheine, während die ersteren niemals zum Ausgangspunkte einer geschlechtlichen Generation dienen (s. Band I, S. 669). An der Espe (Populus tremula) ist der Gegensatz zwischen den Blättern an den ersten und den in späteren Jahren folgenden Laubsprossen desselben Stockes noch viel weiter gehend. Die Laubblätter der erstjährigen Sprosse sind dreieckig, am Grunde herzförmig, unterseits behaart, und ihr Stiel ist verhältnismäßig kurz zu nennen, jene, welche von den Sprossen in der Krone eines dreißigjährigen Espenbaumes ausgehen, sind kreisrund, beiderseits kahl und werden von einem langen Stiele getragen. In ähnlicher Weise verhalten sich auch mehrere Weiden, Eichen und Myrtaceen, von letzteren insbesondere der neuholländische Eucalyptus globulus, dessen erstjährige Sprosse sitzende, am Grunde herzförmig ausgeschnittene Laubblätter tragen, während die Sprosse in der Krone des zum Baume herangewachsenen Stockes mit gestieltem, sichelförmig gekrümmtem Laube besetzt sind. Am auffallendsten tritt die Verschiedenheit in der Gestalt der Laubblätter an den aufeinander folgenden Laubsprossen bei den Wachholdern, beispielsweise bei Juniperus excelsa, Japonica, phoenicea und Sabina, hervor. Die Blätter an den Laubsprossen, welche sich vom ersten bis ungefähr zum zehnten Jahre ausbilden, sind nadelförmig, spitz und abstehend, jene an den Laubsprossen der folgenden Jahre schuppenförmig, stumpf und der Achse des Sprosses anliegend. Erwähnenswert ist an dieser Stelle auch der Gegensatz der Lang- und Kurztriebe, welcher bei gewissen Nadelhölzern, namentlich den Lärchenbäumen (Larix), beobachtet wird. Hier kommt zwar der Unterschied in der Form der Blätter weniger in Betracht, aber desto größer ist die Verschiedenheitin der Länge der Achse, welche die Blätter trägt. Während die Spindel der Kurztriebe höchstens 1 cm lang ist, verlängert sich jene der Langtriebe auf 10—25 cm. Dieser große Gegensatz bedingt nicht zum wenigsten die ganz absonderliche Tracht der Lärchenbäume, welche durch die Abbildung auf S. 477 von E. Heyn meisterhaft zum Ausdrucke gebracht ist.

In manchen Jahren sind die Obstbäume unserer Gärten überreich mit Blüten geschmückt, und wenn nicht ungünstige Witterungseinflüsse im Laufe des Sommers störend einwirken, kommt es im Herbste zur Ausbildung einer Fülle von Früchten. Gewöhnlich folgt aber auf ein solches gesegnetes Jahr eine Reihe von Jahren, wo die Bäume nur spärliche Blüten tragen, oder wo die Blüten ganz ausbleiben, und wo es dann auch mit der Obsternte im Herbste schlecht bestellt ist. Dasselbe wird auch an den Bäumen unserer Wälder beobachtet. Es geht die Sage, daß die Fichten- und Lärchenbäume nur alle 7 Jahre reichliche Früchte ansetzen. Wenn es auch mit der Zahl 7 sein Bewenden haben mag, so ist doch richtig, daß auf ein fruchtreiches Jahr bei diesen Bäumen mehrere fruchtarme folgen, so daß man den Eindruck erhält, als hätten sich die betreffenden Bäume durch die Ausbildung reichlicher Früchte in dem einen Jahre erschöpft und bedürften wieder der Kräftigung



Lärche (Larix europaea). Vgl. Text, S. 476.

durch Ausbildung von ungeschlechtlichen Sprossen, die mit ihrem grünen Laube mehrere Jahre hindurch organische Stoffe erzeugen und aufspeichern müssen. Auch an niederen Kräutern wird diese Erscheinung beobachtet. In vereinzelten Jahren kommen die Orchideen auf unseren Bergwiesen in Unzahl zur Blüte, und die Pflanzensammler sagen dann, es sei ein ausgezeichnetes „Orchideenjahr"; dann aber folgen mehrere Sommer, in welchen auf den Grasmatten, die das eine Mal mit Tausenden von Orchideenblüten geschmückt waren, nur einige wenige derselben sich erheben.

Die Anregung zur Entwickelung eines Blütensprosses kann nicht von den klimatischen Verhältnissen jenes Jahres ausgehen, in welchem das Blühen erfolgt; denn schon im Herbste des vorhergegangenen Jahres kann man deutlich erkennen, ob die angelegte Knospe ein Laubsproß oder ein Blütensproß werden wird. Wollte man daher klimatische Verhältnisse mit dem Generationswechsel in Beziehung bringen, so müßten die Zustände des dem blütenreichen Jahre vorhergegangenen Sommers berücksichtigt werden. An einzelnen umfangreichen Pflanzenstöcken, welche im Sommer an der einen Seite beschattet, an der anderen besonnt sind, kann man unschwer die Beobachtung machen, daß sich im Bereiche des beschatteten Teiles ausschließlich oder vorwaltend Laubknospen, im Bereiche des besonnten Teiles zahlreiche Blütenknospen anlegen, und man wird wohl kaum fehlen, wenn man die Sonnenstrahlen als Anregungsmittel zur Anlegung von Blütenknospen und insofern von geschlechtlichen Generationen ansieht. Dafür spricht auch die Erfahrung, daß diejenigen Pflanzen, welche in dichtem Schatten des Waldes viele Jahre hindurch blütenlos blieben und sich dort nur mittels Laubknospen erhalten, nach dem Fällen der Bäume im sonnendurchleuchteten Holzschlage wieder Blütenknospen ansetzen und zur Blüten- und Fruchtbildung gelangen. Welchen Vorteil die betreffende Pflanze durch dieses Verhalten hat, wurde auf S. 388 und 455 angedeutet; aber auf die wichtige Frage, in welcher Weise das Sonnenlicht auf die bauende Thätigkeit der Pflanze unmittelbaren Einfluß nimmt, und wie es kommt, daß sich dasselbe Gewebe, welches den Ausgangspunkt für eine Knospe, beziehentlich für eine neue Generation bildet, in der Sonne zu einem Blütensprosse, im Schatten zu einem Laubsprosse ausgestaltet, müssen wir vorläufig die Antwort schuldig bleiben.

Eine andere Frage, die hier nicht umgangen werden kann, ist die folgende. Warum ist der Generationswechsel im Pflanzenreiche so allgemein verbreitet und im Tierreiche nur auf einige Kreise beschränkt? Die Antwort ergibt sich, wie ich glaube, von selbst, wenn man in Betracht zieht, wodurch sich die Tiere mit Generationswechsel von den Tieren ohne Generationswechsel unterscheiden. Der auffallendste Unterschied liegt darin, daß die Korallen, Polypen und andere Tiere, welche einen Generationswechsel zeigen, am Boden festgewachsen sind. Wenn aber ein Wesen, dessen Lebensthätigkeit dahin geht, sich zu erhalten, zu vermehren und zu verbreiten, seine Heimstätte als Ganzes nicht verlassen kann, so müssen sich von ihm Teile abgliedern, welche, als Ableger den Winden oder Wasserströmungen preisgegeben, zu neuen Wohnsitzen gelangen, ein Satz, der sowohl für Tiere als auch für Pflanzen maßgebend ist. Allerdings kann die Verbreitung auch dadurch erfolgen, daß sich die auf geschlechtlichem Wege erzeugte Nachkommenschaft von dem mütterlichen Organismus ablöst und zu neuen Heimstätten geführt wird. Aber die Erzeugung einer Nachkommenschaft auf geschlechtlichem Wege, insbesondere jene auf dem Wege der Kreuzung, bedarf bei festsitzenden Lebewesen ganz besonderer Einrichtungen und ist trotzdem nicht immer vollständig gesichert. Das gelegentliche Ausbleiben der Befruchtung und das Ausbleiben einer Nachkommenschaft könnte das Aussterben der betreffenden Art zur Folge haben, und es ist daher für solche Lebewesen die Verjüngung durch Ableger von allergrößter Wichtigkeit. Hiermit hängt auch zusammen, daß für den Fall des Fehlschlagens der Fruchtanlagen und für den

Fall des Nichtzustandekommens der Befruchtung bei so vielen Pflanzen ein Ersatz durch Ableger stattfindet, wie in den beiden vorhergehenden Kapiteln nachgewiesen wurde. Auch soll hier darauf aufmerksam gemacht werden, daß in den meisten Fällen die auf geschlechtlichem Wege entstehende Nachkommenschaft, was die Zahl der Individuen anbelangt, weit hinter der auf ungeschlechtlichem Wege gebildeten Nachkommenschaft zurücksteht.

Das Bild der blühenden und fruchtenden Pflanze hat sich in unser Fühlen und Denken so eingelebt, daß andere Bilder der Pflanzenwelt kaum Platz finden können, und es hält schwer, sich eine Landschaft mit Bäumen, Sträuchern und Kräutern vorzustellen, welche der Blüten und Früchte entbehren, zeitlebens nur mit grünem Laube bekleidet sind und sich ausschließlich durch Ableger verjüngen und vermehren. Dennoch muß die Möglichkeit einer solchen die Erde bevölkernden Pflanzenwelt zugegeben werden, und es steht über alle Zweifel erhaben, daß die Befruchtung und Fruchtbildung weder zur Erhaltung noch zur Vermehrung und Verbreitung der Pflanzen unumgänglich notwendig ist. Wenn dem aber so ist, dann muß die Bedeutung der Befruchtung und Fruchtbildung wo anders liegen. Über diese wichtige Frage soll der zweite Teil dieses Buches Aufschluß geben.

II. Geschichte der Arten.

1. Das Wesen der Arten.

Inhalt: Begriff der Art. — Spezifische Konstitution des Protoplasmas.

Begriff der Art.

Die Geschichte der Pflanzenarten stützt sich auf die im ersten Abschnitte des vorliegenden Buches vorgetragene Geschichte der Pflanzenindividuen, insbesondere auf die Ergebnisse der Untersuchungen über Fortpflanzung und Generationswechsel. Sie soll die Art von ihrem Entstehen bis zu ihrem Aussterben schildern und auch angeben, auf welche Weise ein Ersatz der erloschenen durch neue Arten stattfindet. Die Lösung dieser Aufgabe ist nicht so leicht wie die Darstellung der Lebensgeschichte des Individuums, welche auf Grund unmittelbarer Beobachtungen und Erfahrungen gegeben werden kann. Selbst von langlebigen Individuen vermag man die Schicksale, von dem Entstehen des Embryos angefangen, durch alle Entwickelungsstufen zu verfolgen, und der Beobachter hat es sogar in seiner Macht, gewisse Lebensvorgänge, wie beispielsweise die Belegung der Narben mit Pollen und das Keimen der Samen, einzuleiten. Der Anfang der meisten jetzt lebenden, ohne Zuthun des Menschen entstandenen Arten ist aber in Dunkel gehüllt, er ist auf längst vergangene Zeiten zurückzuführen, und man ist in betreff desselben lediglich auf Mutmaßungen angewiesen, welche, wenn sie auch noch so geistreich sind und sich auf noch so sorgfältige Erwägungen stützen, doch immer nur Mutmaßungen bleiben. Der unmittelbaren Beobachtung zugänglich sind nur die aus früheren Perioden erhaltenen fossilen Reste und die jetzt lebenden Arten. Indem wir dieselben miteinander vergleichen und aus dem Verhalten der Arten in der Gegenwart auf jenes der erloschenen Formen zurückschließen, ergibt sich eine Kette von Schlußfolgerungen, welche immerhin als eine Geschichte der Arten gelten kann.

Die wichtigste Grundlage für diese Schlußfolgerungen bilden demnach die Erfahrungen über das Verhältnis der jetzt lebenden Arten zu ihrer Umgebung und vor allem die Erkenntnis der Ursachen, welche eine dauernde Veränderung der Gestalt veranlassen können, weil nur durch diese die Frage nach der Entstehung neuer Arten einer Lösung zugeführt werden kann. Vor der Erörterung dieser hochwichtigen Fragen ist aber das Wesen der Arten einer Besprechung zu unterziehen und zunächst festzustellen, was unter Art zu verstehen ist.

Der Begriff der Art wurde zuerst von Linné in die Wissenschaft eingeführt, und es rührt auch der lateinische mit dem deutschen Worte Art sich deckende Ausdruck species von dem großen Meister der Botanik her. Linné hält an dem Grundsatze fest, daß jede Art aus gleichgestalteten Individuen besteht, welche durch ihre Abstammung miteinander zusammenhängen und unveränderte Nachkommen eines Urahns

oder eines **Urahnenpaares** sind. Daß sich Linné diese Urahnen als Kreaturen des „infinitum ens“ denkt, erscheint für den Begriff der Art ohne Belang; dagegen ist es von Wichtigkeit, daß er in den jetzt lebenden Individuen die Fortsetzungen, die durch Verjüngung entstandenen Teile eines und desselben Lebewesens erkennt, somit die Art nicht als eine Denkform des menschlichen Geistes, sondern als etwas Wirkliches, als ein wirkliches Wesen auffaßt.

Um beurteilen zu können, welche Individuen gleichgestaltet, beziehentlich gleichgeartet sind, werden die durch unsere Sinne wahrnehmbaren Eigenschaften, insbesondere die Form und der Aufbau des Pflanzenkörpers, berücksichtigt. Jede Art oder Spezies hat ihre besonderen Merkmale oder Kennzeichen, und **alle Individuen, welche mit diesen spezifischen Merkmalen in Erscheinung treten, werden als zu derselben Art gehörig betrachtet.** Die spezifischen Merkmale sind erblich und treten in der Nachkommenschaft unverändert hervor. Es gibt aber auch Merkmale an den Pflanzen, welche sich nicht vererben, sondern wechselnd auftreten, je nachdem die Individuen an diesem oder jenem Standorte zur Entwickelung gelangt sind, somit **als Ausdruck bestimmter, auf das Pflanzenleben Einfluß nehmender äußerer Verhältnisse angesehen werden müssen.** Darin ist nach Linné das **Wesen der Spielart** oder **Varietät** begründet. **Die Individuen einer jeden Art können variieren, aber diese Veränderungen erhalten sich nicht in der Nachkommenschaft, sondern wechseln je nach dem Standorte und nach anderen äußeren Einflüssen.** Demnach haben die beschreibenden Botaniker nach den Vorschriften **Linnés** zweierlei Kennzeichen oder Merkmale zu berücksichtigen, solche, welche unbeständig und nicht erblich sind, und solche, welche sich unter den verschiedensten Standortsbedingungen als beständig und erblich erweisen. An den letzteren erkennt man die Art, an den ersteren die Varietät. Jede Art oder Spezies kann zugleich in mehreren Varietäten in Erscheinung treten, ihre spezifischen Merkmale aber bleiben nichtsdestoweniger unverändert. Haben sich in der Nachkommenschaft die spezifischen Merkmale geändert, so gehört diese Nachkommenschaft einer neuen Art an, oder, vielleicht besser gesagt, es kann das in Erscheinung getretene, mit neuen spezifischen Merkmalen ausgerüstete Individuum den Ausgangspunkt für eine neue Art bilden.

Die von den beschreibenden Botanikern bei der Unterscheidung der Pflanzenarten berücksichtigten Verhältnisse der äußeren Form und des Aufbaues finden selbstverständlich in dem Bauplane, nach welchem sich das Protoplasma der betreffenden Art ausgestaltet, ihre Begründung, und für diesen Bauplan kann wieder nur die eigenartige Konstitution des Protoplasmas maßgebend sein. Wer daher das Wesen der Arten richtig zu erfassen bestrebt ist, wird sich vor allem über die Beziehungen des Protoplasmas zu der äußerlich wahrnehmbaren Gestalt ein möglichst klares Bild zu verschaffen suchen.

Die spezifische Konstitution des Protoplasmas.

Es wurde bei früherer Gelegenheit auf die merkwürdige Thatsache hingewiesen, daß die Arten einer Gattung, welche im äußeren Ansehen voneinander abweichen, auch in betreff des von ihnen entwickelten Duftes verschieden sind. Von den Rosen (**Rosa alpina, arvensis, cinnamomea, Gallica, Indica, Nasterana, pomifera, rubiginosa, sepium** ꝛc.) entbindet jede einen anderen Duft, und es könnte jede dieser Arten selbst durch einen Blinden am Dufte ihrer Blüten erkannt werden. Dasselbe gilt von den Arten, deren Laub, Stengel und Wurzeln duftende Stoffe enthalten. Wenn man das Laub verschiedener Arten des Thymians (Thymus Chamaedrys, montanus, vulgaris, Zygis ꝛc.) mit den Fingern

zerreibt, so entwickelt jede einen eigentümlichen Duft, und wer die Wurzeln oder Wurzelstöcke der verschiedenen Baldriane (Valeriana celtica, dioica, elongata, officinalis, Phu, saxatilis ꝛc.) oder der verschiedenen Arten der Gattung Haselwurz (Asarum Canadense, Europaeum ꝛc.) aus der Erde gräbt, kann die Wahrnehmung machen, daß zwar alle nach Baldriansäure, beziehentlich Haselwurzöl duften, daß aber der Duft einer jeden Art noch überdies etwas Eigentümliches an sich hat. Daß die Arten einer Gattung auch durch die Geschmacksnerven von uns unterschieden werden können, zeigen am auffallendsten die eßbaren Schwämme (Polyporus confluens, frondosus, ovinus ꝛc.), die Lauche (Allium ascalonicum, Cepa, Porrum, sativum, Schönoprasum ꝛc.), die verschiedenen Johannisbeeren (Ribes alpinum, petraeum, rubrum ꝛc.) und die Erdbeeren (Fragaria collina, elatior, grandiflora, vesca ꝛc.). Es ist hier auch am Platze, darauf hinzuweisen, daß von den verschiedenen Arten einer Gattung nicht selten die eine giftig auf den Menschen wirkt, während die andere unschädlich ist, wofür die Arten des Sternanises (Illicium anisatum und religiosum) und die Arten der Gattung Lactarius (Lactarius deliciosus und torminosus) als Beispiele angeführt sein mögen. Wie genau die verschiedenen Pflanzenarten von den pflanzenfressenden Tieren unterschieden werden, ist den Zoologen genügend bekannt. Die Raupe des Oleanderschwärmers (Sphinx Nerii) lebt ausschließlich von der Oleanderpflanze (Nerium Oleander), jene des Osterluzeifalters (Thais Hypermnestra) nur von der Osterluzei (Aristolochia Clematitis), jene des kleinen Fuchses (Vanessa Urticae) nur von den Blättern der großen Brennessel und jene der Libythea Celtis nur von dem Laube des Zürgelbaumes (Celtis australis). Jede Raupe vermag die Pflanzenart, welche ihr ausschließlich zusagt, aus zahlreichen ähnlichen Arten sofort herauszufinden. Einer meiner Freunde hatte einmal in der Hochalpenregion des tirolischen Stubaier Gletscherstockes die Raupen eines ihm bis dahin unbekannten Schmetterlinges gefunden, sie in das Thal mitgenommen und wollte sie dort so lange füttern, bis sie sich verpuppten, um dann den Schmetterling zu erhalten. Er legte ihnen im Thale ungefähr hundert verschiedene Pflanzen vor, in der Hoffnung, es dürfte sich darunter wohl die eine oder andere finden, welche als Nahrung angenommen werden könnte. Aber keine einzige dieser Pflanzen wurde berührt, trotzdem daß die Raupen augenscheinlich vom Hunger arg geplagt waren. Mein Freund entschloß sich nun nochmals, jene Stelle in der Hochalpenregion, wo er die Raupen gefunden hatte, zu besuchen, und setzte dort die Tiere in Freiheit. Mit großer Hast krochen sie sofort auf eine bestimmte Pflanze, nämlich auf Cardamine alpina, zu und fielen mit Heißhunger über dieselbe her. Später stellte sich heraus, daß es die Raupen der Pieris Callidice waren, welchen nur das kleine Alpenschaumkraut (Cardamine alpina) mundete. Auf Grundlage solcher Erfahrungen, denen sich noch zahllose andere anfügen ließen, ist man berechtigt, anzunehmen, daß die aromatischen Stoffe, Alkaloide, Säuren ꝛc., welche bei dem Stoffwechsel in der Pflanze erzeugt werden, bei jeder Art andere, aber jedesmal genau bestimmte sind. Es ist aber nicht anders möglich, als daß zur Erzeugung spezifischer Stoffe auch ein spezifisches Protoplasma gehört oder, mit anderen Worten, daß jeder mit einer bestimmten Gestalt in Erscheinung tretenden Pflanzenart auch ein bestimmtes Protoplasma zu Grunde liegt.

Von anderen Erfahrungen, welche für diese Annahme sprechen, sind insbesondere jene erwähnenswert, welche sich auf das Verhalten der verschiedenen Arten zur Wärme beziehen. Es ist bekannt, daß die Samen verschiedener Arten, welche sich äußerlich sehr ähnlich sehen, in betreff der zum Keimen nötigen Temperatur auffallend abweichen. Die Samen der einen Art begnügen sich mit einer niederen, jene der anderen Art beanspruchen eine hohe Temperatur, obschon im Baue der Samenschale, der Reservestoffbehälter und des Embryos kein in die Augen fallender Unterschied wahrzunehmen ist. Ebenso verhält es sich mit dem Erfrieren der Pflanzen. Mehrere kalifornische und mexikanische Föhren (Pinus) sehen jenen

des mittleren und nördlichen Europa sehr ähnlich, und dennoch erfrieren die einen, sobald die Temperatur unter den Nullpunkt herabsinkt, während die anderen Wintertemperaturen bis zu — 20 Grad ohne Nachteil vertragen. Aus dem äußerlich wahrnehmbaren Baue der südeuropäischen Wachholder Juniperus Oxycedrus und phoenicea ist nicht zu erkennen und zu verstehen, warum sie nicht ebensogut in unseren Hochgebirgen gedeihen wie die ähnlichen Arten Juniperus nana und Sabina, welche in den Zentralalpen ganze Berggehänge überwuchern und dort ihre Wurzeln in einen Boden senken, der 8 Monate hindurch mit Schnee bedeckt und wochenlang fest gefroren ist. Der gewöhnliche Epheu (Hedera Helix) erhält sich im mittleren Europa ohne jedweden Schutz selbst bei ziemlich strenger Winterkälte; der südeuropäische Epheu Hedera poëtarum, welcher dem gewöhnlichen zwar sehr ähnlich sieht, aber doch im Hinblicke auf mehrere äußerlich wahrnehmbare Merkmale als Art unterschieden wird, bedarf in den Gärten des mittleren Europa einer schützenden Decke, wenn er den Winter über nicht erfrieren soll. Ähnlich verhält es sich mit zwei nahe verwandten Arten der Gattung Ringelblume, nämlich Calendula arvensis und fulgida, von welchen die erstere im mittleren, die letztere im südlichen Europa heimisch ist. Im Jahre 1874 säete ich in dasselbe Gartenbeet dicht nebeneinander Samen der Calendula arvensis, welche aus den Rheinlanden herstammten, und Samen der Calendula fulgida, welche in Sizilien gesammelt worden waren. Aus den zweierlei Samen entwickelten sich sehr üppige Stöcke, welche reichlich blühten. Am Morgen des 25. Oktobers trat in dem genannten Jahre an der Pflanzstätte, wo der Versuch vorgenommen wurde, der erste Frost ein. Calendula arvensis wurde durch den Frost nicht geschädigt; ihre Laubblätter blieben frisch und grün und erhielten sich in diesem Zustande auch an den darauffolgenden Tagen, obschon bis zum 2. November die Temperatur im Laufe jeder Nacht auf —1,5 bis 2,5 Grad herabsank und am Morgen die Stengel, Blätter und Blüten mit Reifnadeln besetzt waren. Calendula fulgida dagegen wurde schon in der Nacht vom 24. auf den 25. Oktober durch den Frost vernichtet. Ihre Blätter und Stengel welkten und bräunten sich und zeigten alle Erscheinungen, welche bei dem Tode durch Erfrieren beobachtet werden. Im Jahre 1864 fand ich auf den felsigen Ufern des Adriatischen Meeres bei Rovigno einen Cytisus, welcher dem im mittleren Europa weitverbreiteten Cytisus nigricans ähnlich sah, der aber doch einige Merkmale zur Schau trug, welche an diesem nicht zu sehen waren, und den ich damals Cytisus australis nannte. Ich sammelte Samen desselben und gewann aus ihnen schon im darauf folgenden Jahre junge, kräftige Keimlinge. Diese wurden im Innsbrucker botanischen Garten neben gleich alten aus dem Donauthale bei Mautern in Niederösterreich stammenden Keimlingen des Cytisus nigricans gepflanzt. Beide wuchsen unter denselben äußeren Verhältnissen auf, und man konnte nicht sagen, daß die einen schwächlicher als die anderen ausgesehen hätten. Aber nach Ablauf des Winters waren die Stöcke des Cytisus von der Küste des Adriatischen Meeres erfroren, während sich jene des Cytisus aus dem niederösterreichischen Donauthale lebenskräftig erhalten hatten. Der Versuch mit beiden Pflanzen wurde nun im darauf folgenden Jahre wiederholt. Neuerdings wurden aus ihren Samen junge Stöcke herangezogen, im Spätherbste aber wurden nun jene von der Küste der Adria gegen die Kälte geschützt und auf diese Weise ohne Nachteil überwintert. Nach 2 Jahren entwickelten beide Cytisus knapp nebeneinander unter denselben äußeren Verhältnissen Blüten und Früchte, und es stellte sich heraus, daß wirklich einige, wenn auch unscheinbare Abweichungen in den äußeren Merkmalen vorhanden waren, die sich beständig auf die Nachkommenschaften vererbten. Dieses verschiedene Verhalten von Pflanzen, welche die Botaniker mit Rücksicht auf ihre Gestalt als verschiedene, wenn auch nahe verwandte Arten beschreiben, läßt sich wohl nur so erklären, daß das Protoplasma derselben zwar eine ähnliche, aber doch bei jeder Art etwas verschiedene Konstitution besitzt.

Als ein weiterer Anhaltspunkt für die Annahme, daß dem Protoplasma jeder Art Eigentümlichkeiten zukommen, welche dem der anderen Arten abgehen, kann auch das Verhalten der Pollenzellen auf den Narben gelten. Wenn auf die Narbe einer Art zweierlei Pollenzellen, d. h. Pollenzellen von zwei verschiedenen Arten, gebracht werden, so kommt es häufig vor, daß sich aus den einen kräftige Pollenschläuche entwickeln, während die anderen unentwickelt bleiben und verderben. Und dennoch war der Einfluß, welcher von den Säften der Narbenzellen ausging, in beiden Fällen der gleiche, und das verschiedene Verhalten kann daher nur in der Verschiedenheit des Protoplasmas der Pollenzellen begründet sein. Auch die Protoplasten, welche sich als Schwärmsporen in demselben Wassertropfen herumtreiben und genau denselben äußeren Einflüssen von Licht, Wärme, Schwerkraft 2c. ausgesetzt sind, zeigen, wenn sie verschiedenen Arten angehören, ein verschiedenes Verhalten. Jene der einen Art drehen sich beständig nach rechts, jene der anderen beständig nach links, die einen streben dem Lichte, die anderen wenden sich lichtscheu den dunkelsten Stellen zu. Wenn sich aber unter dem Einflusse desselben Lichtstrahles, derselben Wärme und derselben Schwerkraft das Protoplasma wesentlich anders verhält, so muß die Ursache des verschiedenen Verhaltens in dem winzigen Klümpchen von Protoplasma, als welches jede Schwärmspore erscheint, gesucht werden.

Die Myxamöben, welche aus den Sporen der Schleimpilze hervorgehen, stellen Protoplasten ohne Zellhaut dar, welche in abgestorbenen Pflanzenteilen leben, sich dort ernähren, vergrößern, zerstückeln und vermehren. Wenn die geeignete Zeit gekommen ist, entsteht durch Verschmelzung solcher Myxamöben eine Frucht, welche man Plasmodium nennt. Aus dieser Frucht geht dann eine neue, sporentragende Generation hervor, welche unter dem Namen Äthalium bekannt ist (s. Band I, S. 534). Die Myxamöben der verschiedenen Arten lassen sich voneinander nicht unterscheiden, auch die Plasmodien erscheinen als formlose Protoplasma-Massen, an welchen nur die Farbe mitunter abweicht. Aber wie mannigfaltig stellen sich die aus dem scheinbar gleichen Protoplasma hervorgehenden Äthalien dar! Aus dem Protoplasma der Stemonitis fusca entsteht ein Fadennetz von dunkel braunschwarzer Farbe, welches von einer mittleren Spindel wie von dem Kiele einer Feder durchzogen und getragen ist (s. Abbildung, S. 485, Fig. 1 und 2), aus jenem der Spumaria alba bildet sich eine weißliche, schleimige Masse, welche dem „Speichel" einer Schaumcikade ähnlich sieht und wie dieser Stengel und Blätter umgibt (s. Abbildung, S. 485, Fig. 3); aus dem Plasmodium des Dictydium umbilicatulum erhebt sich ein rundliches, von kräftigen Längsrippen und zarten Querspangen gebildetes Gerüste, welches von einem nickenden Stiele getragen wird (s. Abbildung, S. 485, Fig. 4 und 5), aus dem formlosen Plasmodium des Craterium minutum gehen gestielte Becher von grauer Farbe hervor (s. Abbildung, S. 485, Fig. 6 und 7), aus jenem von Arcyria punicea gestielte, stumpf kegelförmige Körper, welche an Erdbeeren erinnern (s. Abbildung, S. 485, Fig. 8—10); aus dem das morsche Holz der Baumstrünke durchziehenden Plasmodium der Lycogala Epidendron formen sich mennigrote Kugeln vom Durchmesser eines Zentimeters (s. Abbildung, S. 485, Fig. 11), und aus dem Plasmodium des Leocarpus fragilis, welches sich über verschiedenen morschen Ast- und Zweigstücken ausbreitet, gehen gestielte, eiförmige Büchsen mit brauner, gebrechlicher Schale hervor (s. Abbildung, S. 485, Fig. 12). Und alle diese seltsamen Formen wachsen unter gleichen äußeren Verhältnissen aus einem scheinbar gleichen schleimigen und formlosen Protoplasma hervor.

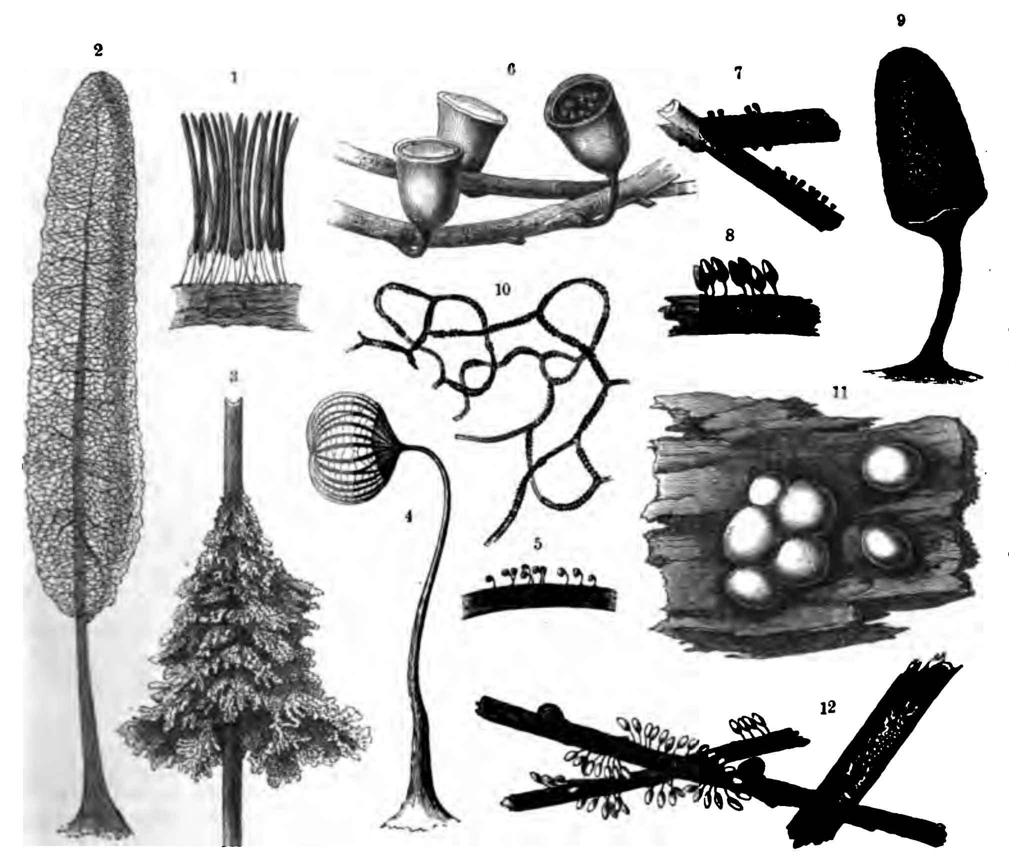
Ähnlich verhält es sich auch mit den Schwämmen (Hymenomyceten), welche sich in dem Moder des Waldgrundes und in der toten Borke der Baumstämme entwickeln. Das Mycelium derselben stellt ein Netzwerk aus weißen Fäden und Strängen dar, und weder die Gestalt der farblosen, langgestreckten Zellen, aus welchen sich das Netzwerk zusammensetzt,



BLÄTTER- UND RÖHRENSCHWÄMME.


Fichtenwald
Polypus fomentarius, auf dem Stamme einer alten Buche
Agaricus muscarius
Cantharellus cibarius
Abgefallener Fichtenzapfen
Boletus edulis

noch das Protoplasma in diesen Zellen gibt einen Anhaltspunkt, um sagen zu können, welcher Art das Mycelium angehört. Wie sehr weichen aber die aus scheinbar ganz gleichen Mycelien hervorgehenden Sporenträger der Schwämme ab. Auf einem Raum, den man mit 20 Schritten durchmessen kann, erheben sich im Grunde des Waldes an der einen Stelle große Pilzlinge (Boletus edulis) mit kastanienbraunem, halbkugeligem Hute, unfern davon eine Gruppe Eierschwämme (Cantharellus cibarius) mit dottergelber Farbe, nahe dabei der Fliegenschwamm (Agaricus muscarius oder Ammanita muscaria) mit schneeweißem

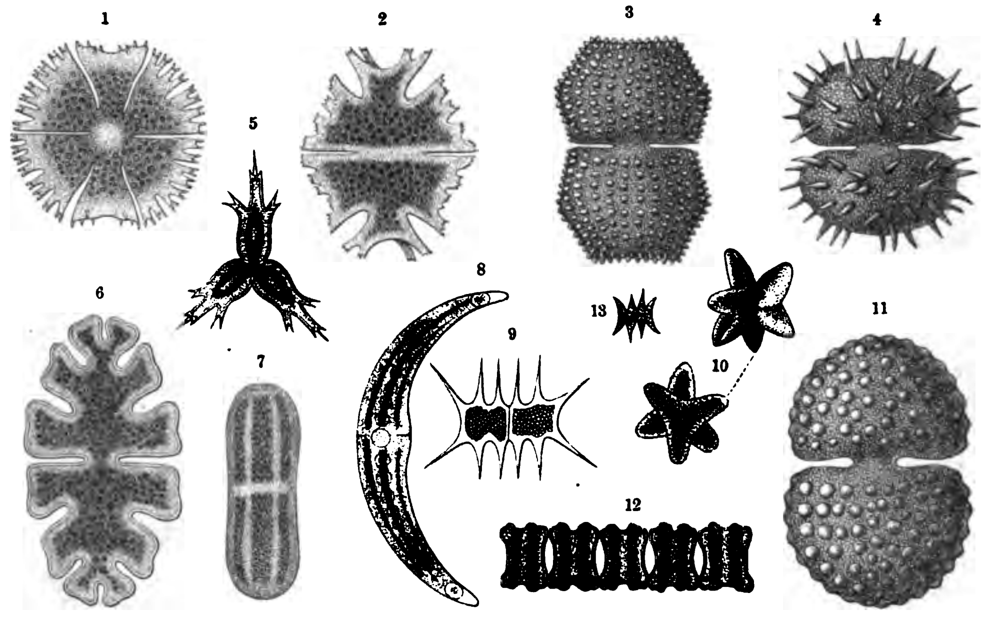


Schleimpilze: 1. Eine Gruppe von Sporenträgern von Stemonitis fusca. — 2. Ein einzelner dieser Sporenträger. — 3. Sporenbehälter von Spumaria alba an einem Grasblatte. — 4. Sporenbehälter von Dictydium umbilicatulum. — 5. Eine Gruppe von Sporenbehältern desselben Schleimpilzes. — 6 und 7. Sporenbehälter von Craterium minutum. — 8. Sporenbehälter von Arcyria punicea. — 9. Ein einzelner dieser Sporenbehälter. — 10. Ein Stück des netzförmigen Capillitiums aus demselben. — 11. Sporenbehälter von Lycogala Epidendron auf einem Holzstücke. — 12. Rechts ein Äthalium, links mehrere Sporenbehälter von Leocarpus fragilis auf Holzstücken. — Fig. 1, 3, 5, 7, 8, 11 und 12 natürliche Größe, Fig. 2: 6fach, Fig. 9: 10fach, Fig. 4 und 6: 25fach, Fig. 10: 160fach vergrößert. Vgl. Text, S. 484.

Strunke und scharlachrotem, weißwarzigem Hute, und nebenan wächst aus dem Mycelium, welches die Borke und das Holz eines Buchenbaumes durchsponnen hat, der einem Pferdehufe vergleichbare aschgraue Feuerschwamm (Polyporus fomentarius) hervor. (Vgl. die beigeheftete Tafel „Blätter- und Röhrenschwämme".)

Die durch Konjugation entstandenen Früchte der einzelligen Desmidiaceen stellen sich als winzige Ballen von Protoplasma dar, an welchen äußerlich nicht der geringste Unterschied wahrzunehmen ist, wenn sie auch von sehr verschiedenen Arten herstammen. Sobald sich aber diese Bällchen aus Protoplasma weiter entwickeln, entstehen die abweichendsten

Zellformen. Jede derselben gestaltet sich nach demselben Bauplane, welcher für die elterlichen Individuen, aus denen durch Konjugation die Frucht hervorging, maßgebend war. Aus dem einen entsteht eine halbmondförmige, aus dem anderen eine walzenförmige, aus dem dritten eine tafelförmige, eckige Zelle, wieder andere sind sternförmig und in der mannigfachsten Weise ausgebuchtet; einige haben eine glatte Oberfläche, bei anderen ist die Zellhaut mit Stacheln und wieder bei anderen wie mit Perlen besetzt. Eine annähernde Vorstellung von der Mannigfaltigkeit dieser Gestalten dürfte die untenstehende Abbildung geben, in welcher 13 verschiedene Arten einzelliger Desmidiaceen durch Fig. 1—13 dargestellt sind. Und alle diese abweichenden Gestalten gehen aus anscheinend ganz gleichem Protoplasma hervor und entwickeln sich in demselben Wassertropfen nebeneinander unter derselben Be-



Desmidiaceen: 1. Micrasterias papillifera. — 2. Micrasterias morsa. — 3. Cosmarium polygonum. — 4. Xanthidium aculeatum. — 5. Staurastrum furcatum. — 6. Euastrum oblongum. — 7. Penium Brebissonii. — 8. Closterium Lunula. — 9. Xanthidium octocorne. — 10. Staurastrum alternans, von zwei Seiten gesehen. — 11. Cosmarium tetraophthalmum. — 12. Aptogonum Desmidium. — 13. Scenedesmus obliquus. — Sämtliche Figuren ungefähr 200fach vergrößert. Vgl. Text, S. 486 und in späteren Kapiteln.

leuchtung, bei derselben Temperatur und überhaupt unter ganz übereinstimmenden äußeren Bedingungen und Reizen!

Aus allen diesen Beobachtungen und Erfahrungen ergibt sich aber mit zwingender Notwendigkeit die Vorstellung, daß das Protoplasma einer jeden Art eine spezifische Konstitution besitzt. Es wurde hier absichtlich das Wort Konstitution und nicht das im wesentlichen dasselbe bedeutende Wort Zusammensetzung gewählt, weil das letztere Anlaß geben könnte, zu glauben, es handle sich hier nur um chemische Zusammensetzung. Nichts liegt natürlich näher, als der Vergleich mit den Arten oder Spezies der unbelebten Natur, deren äußerlich wahrnehmbare Merkmale als Ausdruck einer bestimmten chemischen Zusammensetzung, beziehentlich einer bestimmten Gruppierung von Molekülen und Atomen aufzufassen sind, und für welche die chemische Zusammensetzung auch durch eine bestimmte Formel dargestellt werden kann. So berechtigt aber dieser Vergleich im allgemeinen ist, so besteht denn doch noch ein wesentlicher Unterschied zwischen Mineral- und Pflanzenspezies. Für das Protoplasma einer Pflanzenspezies läßt sich keine Formel aufstellen, auch läßt sich die Struktur

eines Protoplasten nicht so ohne weiteres mit der Struktur eines Kristalles vergleichen. Jeder Protoplast stellt einen Organismus dar, welcher sehr viele chemische Verbindungen enthält, dieselben nach Bedarf zu erneuern und entsprechend den von außen kommenden Anregungen an die geeigneten Punkte zu stellen vermag. Mit diesen Verschiebungen muß selbstverständlich auch eine vorübergehende Veränderung der Struktur, beziehentlich der Gruppierung der geformten Teile des Protoplasmas verbunden sein. Aber alle diese Verschiebungen und Veränderungen erfolgen bei jeder Art nach demselben Plane; es können stets nur dieselben chemischen Verbindungen, dieselben aromatischen Stoffe, dieselben Alkaloide, dieselben Säuren 2c. erzeugt werden; die neu geformten Teile stimmen mit den schon vorhandenen überein und nehmen jedesmal den ihnen im vorhinein bestimmten Platz ein. Dieses unverrückbare Gestaltungsgesetz, nach welchem das Protoplasma einer jeden Art arbeitet, ist demnach in einem unserer sinnlichen Wahrnehmung nicht zugänglichen Baue des Protoplasmas begründet, und dieser ist es eben, welchen ich die spezifische Konstitution des Protoplasmas nenne.

Bei den als besonders lehrreiche Beispiele oben erwähnten Desmidiaceen und den zahlreichen anderen einzelligen Pflanzen, wo sich alle Gestaltungsvorgänge im Leibe eines einzigen Protoplasten abspielen, ist der Zusammenhang der äußeren Erscheinung mit der spezifischen Konstitution des Protoplasmas leicht zu begreifen. Schwieriger ist es, sich diesen Zusammenhang bei den Arten vorzustellen, bei welchen eine weitgehende Arbeitsteilung, eine Scheidung in mannigfaltige Zellenformen und eine stufenweise Aufeinanderfolge verschiedener Glieder zu stande kommt. Man könnte daran denken, daß bei solchen Pflanzen ähnliche Vorgänge Platz greifen wie bei jenen Mineralspezies, die bei gleicher Zusammensetzung doch eine große Abwechselung in ihrer äußeren Gestalt zur Schau tragen. Der kohlensaure Kalk, welcher die Mineralspezies Calcit bildet, erscheint in vielerlei Kristallformen, aber alle gehören demselben System an und können voneinander abgeleitet werden. So sind wohl auch die mannigfaltigen Zellenformen und Zellenverbindungen, die Keim-, Laub- und Blütenblätter, welche in geregelter Stufenfolge von demselben Stocke ausgehen, wie Glieder desselben Systemes anzusehen, welche gesetzmäßig auseinander hervorgehen, ohne daß doch die spezifische Konstitution des Protoplasmas in der betreffenden Art eine Änderung zu erfahren braucht.

Eine Zeitlang wurde der Auffassung Raum gegeben, daß zweierlei Protoplasma zu unterscheiden sei, das Idioplasma und das Cytoplasma. Das erstere sollte die gestaltende Thätigkeit entfalten, während dem letzteren nur die Aufgabe eines Nährplasmas zukäme. Nachdem in Erfahrung gebracht wurde, daß in jedem Protoplasten ein geformter, unter dem Namen Zellkern bekannter Teil das Ganze beherrscht, zumal bei dem Ausbaue und der Neubildung der Zellhaut sowie bei der Teilung und Vervielfältigung die Rolle des Führers und Leiters übernimmt, so hielt man sich auch zu der Annahme berechtigt, daß sich alle Gestaltungsvorgänge nur durch Vermittelung der Zellkerne abspielen. Demnach würde es zur Erklärung des Gleichbleibens der sich verjüngenden Arten insbesondere auf die spezifische Konstitution der Zellkerne ankommen. Da einer dieser Zellkerne, nämlich der Keimkern (s. S. 412), bei der geschlechtlichen Fortpflanzung den Anfang des neuen Individuums bildet, so wurde auch die Hypothese aufgestellt, daß das Gleichbleiben der Gestalt in der Nachkommenschaft oder, mit anderen Worten, die Vererbung der Gestalt auf der spezifischen Konstitution des Protoplasmas in diesem Keimkerne beruhe. Gegen diese Hypothesen läßt sich an und für sich nichts einwenden; wenn sich aber an dieselben die weitere Hypothese knüpft, daß überhaupt neue Individuen, an welchen die Eigenschaften und Merkmale der Art unverändert wiederkehren, nur aus dem Protoplasma dieser Kerne hervorgehen können, so kann man dem nicht beistimmen. Tausende von Pflanzenarten erneuern sich in unveränderter Gestalt auf

ungeschlechtlichem Wege mittels Sporen und anderer Ableger. Wie schon wiederholt hervorgehoben wurde, kann jede jugendliche Zelle eines Pflanzenstockes zum Ausgangspunkte eines Ablegers und insofern zum Anfange eines Individuums werden, und das auf diesem Wege entstandene Individuum trägt dieselben Merkmale zur Schau wie der Pflanzenstock, an dem der Ableger entstanden war. Es läßt sich sogar behaupten, daß sich bei der Verjüngung und Fortpflanzung durch Ableger die Merkmale der Art viel sicherer vererben als bei der Verjüngung und Fortpflanzung auf geschlechtlichem Wege, und in einem späteren Kapitel soll gezeigt werden, wie nur die geschlechtliche Fortpflanzung die Möglichkeit bietet, daß eine Nachkommenschaft mit veränderten Merkmalen in Erscheinung tritt.

Die Ansicht, daß der den Zellkern umgebende Teil eines Protoplasten, welchen man Cytoplasma genannt hat, für die Gestaltungsvorgänge keine Bedeutung habe, läßt sich weder mit den Ergebnissen der Studien über das Entstehen der sogenannten Gallen, von welchen späterhin ausführlich die Rede sein wird, noch mit den Erfahrungen über die Bastartbildung in Einklang bringen. Namentlich spricht die Thatsache dagegen, daß durch die zweiartige Kreuzung nicht nur eine Veränderung der Gestalt des aus dem Keimkerne entsprungenen neuen Individuums, sondern auch eine Gestaltänderung des ausschließlich von dem Cytoplasma beeinflußten Gewebes in der Umgebung der Samenanlage veranlaßt wird, so zwar, daß bereits an dem aus dem Fruchtknoten hervorgegangenen Samengehäuse der Einfluß der zweiartigen Kreuzung zu erkennen ist. Jeder Einfluß auf den Zellkern muß durch das Cytoplasma vermittelt werden. Es wäre aber viel schwieriger, sich vorzustellen, daß das Cytoplasma bei dieser Vermittelung ganz teilnahmlos bliebe, als daß es eine Veränderung erfährt, gleich oder ähnlich derjenigen, welche den Zellkern betrifft. Auf diese Erwägungen gestützt, empfiehlt es sich, 1) allen Protoplasten, welche erfahrungsgemäß Ausgangspunkte neuer Individuen werden können, die Fähigkeit zuzuerkennen, daß sie die äußere Gestalt der Art in der Nachkommenschaft unverändert erhalten, und 2) nicht nur einem Teile, sondern dem ganzen Protoplasma einer jeden Art die spezifische Konstitution zuzuschreiben.

Daß sich das Protoplasma einer jeden Art infolge seiner spezifischen Konstitution stets in derselben Weise ausgestaltet, ist nicht nur für das Wesen der Art, sondern auch für die Entstehung neuer Arten von größter Wichtigkeit. Neu auftauchende Arten können nur aus schon vorhandenen hervorgehen. Das setzt voraus, daß das Protoplasma einer schon vorhandenen Art Veränderungen seiner Konstitution erfährt. Es muß eben ein lebensfähiges Protoplasma mit neuer spezifischer Konstitution aus dem schon vorhandenen hervorgehen. Wie eine solche tiefgreifende Veränderung bewirkt wird, läßt sich nur auf Umwegen ermitteln. Man wird sich, wie in so vielen anderen Fällen, an die Erfahrung und an die Ergebnisse von Versuchen halten und vor allem festzustellen haben, welche Einflüsse im stande sind, die äußere Gestalt einer ganzen Pflanze oder doch eines Pflanzenteiles nur vorübergehend oder dauernd zu verändern.

---

2. Die Änderung der Gestalt der Arten.

Inhalt: Die Abhängigkeit der Pflanzengestalt von Boden und Klima. — Der Einfluß der Verstümmelung auf die Gestalt der Pflanzen. — Veränderung der Gestalt durch schmarotzende Sporenpflanzen. — Veränderung der Gestalt durch den Einfluß gallenerzeugender Tiere. — Das Entstehen neuer Gestalten infolge der Kreuzung.

Die Abhängigkeit der Pflanzengestalt von Boden und Klima.

Das Städtchen Kitzbühel im nordöstlichen Tirol hat eine überaus merkwürdige Lage. Gegen Norden erhebt sich der Wilde Kaiser, ein Bergstock mit steil abfallenden, bleichen, zerklüfteten Kalkwänden, gegen Süden die Rettensteingruppe, eine Kette dunkler Schieferberge, mit Gehängen, die bis weit hinauf mit grünen Matten bekleidet sind. Der Gegensatz, der hier in landschaftlicher Beziehung dem Beschauer entgegentritt, wiederholt sich auch in der Pflanzenwelt der benachbarten gegenüberstehenden Gebirgsmassen. Rasenflecke aus steifen niederen Seggen, Steinbreche, deren starre Rosetten und Polster die Gesimse und Staffel der schroffen Kalkwände überwuchern, die gelbblühende Aurikel, das zistrosenblütige Rhododendron und weißblühende Fingerkräuter, welche die Ritzen der Felsen schmücken, dunkle Legföhrenbestände, umsäumt mit dem Buschwerke der gewimperten Alpenrose, an der einen Seite auf dem Kalkgebirge, Matten aus den dicht zusammen schließenden Rasen des Borstengrases mit eingesprengten Glockenblumen, Wohlverleih und anderen Korbblütlern, Bestände der Alpenerle und Gesträuche der rostfarbigen Alpenrose auf der anderen Seite auf dem Schiefergebirge, das sind Gegensätze in der Pflanzendecke, welche selbst dem flüchtigsten Beobachter auffallen und jedem Naturfreunde die Frage aufdrängen, wodurch sie wohl bedingt sein könnten. Um wieviel mehr mußte der für seine Wissenschaft begeisterte Botaniker **Franz Unger**, welcher, ausgerüstet mit umfassenden naturwissenschaftlichen Kenntnissen, in den dreißiger Jahren als Arzt nach Kitzbühel gelangte, durch diese merkwürdigen Erscheinungen in der Pflanzendecke gefesselt werden. Mit jugendlichem Eifer benutzte er jede Stunde, welche ihm sein Beruf als Arzt übrigließ, zur Erforschung der geognostischen, klimatischen und botanischen Verhältnisse seines neuen Wohnortes und wendete namentlich den Beziehungen der Pflanzen zu den als Unterlage dienenden Gesteinen seine volle Aufmerksamkeit zu. Das Ergebnis dieser Studien war das Werk „Über den Einfluß des Bodens auf die Verteilung der Gewächse, nachgewiesen in der Vegetation des nordöstlichen Tirols", welches mit Rücksicht auf die in den Vordergrund gestellte Frage geradezu bahnbrechend wurde. Insbesondere fand die in diesem Werke eingeführte Terminologie rasch Eingang in die botanischen Bücher jener Zeit. **Unger** hatte im Hinblicke auf die beiden in den Gesteinen des Kalkgebirges und Schiefergebirges vorherrschenden Stoffe: Kalk und Kieselsäure, die Pflanzen des von ihm untersuchten Gebietes nach ihrem Vorkommen als **kalkstete** und **kalkholde**, **kieselstete** und **kieselholde** unterschieden und sie in Verzeichnisse zusammengestellt, aus denen ersichtlich sein sollte, wie sich gewisse Arten auf den kalkreichen und kieselreichen Gesteinen gegenseitig vertreten. Daß sich an diese merkwürdige Vertretung auch eine Reihe sehr beachtenswerter Hypothesen knüpfte, ist selbstverständlich. Wenn die auf Kalkboden häufigen Arten Gentiana Clusii, Hutchinsia alpina und Juncus monanthos auf Schieferboden durch die ähnlichen, aber doch deutlich unterscheidbaren Arten Gentiana acaulis (excisa), Hutchinsia brevicaulis und Juncus trifidus ersetzt werden, so lag es nahe, anzunehmen, daß **die Verschiedenheit der Gestalt durch den Einfluß des unterliegenden Gesteines, beziehentlich der in diesen Gesteinen vorherrschenden Stoffe Kalk und Kieselsäure veranlaßt ist.** Wie sich aber dieser Einfluß

geltend macht, ob Kalk und Kieselsäure bestimmte Verbindungen in den Pflanzen eingehen und dadurch die äußere Erscheinung verändern, oder ob die Verschiedenheit nur dadurch veranlaßt wird, daß jede Pflanzenart einer bestimmten Menge des Kalkes, beziehentlich der Kieselsäure bedarf und für den Fall, daß diese Menge in dem Boden fehlt, ihre äußere Gestalt geändert wird, oder ob nicht vielleicht die physikalischen Eigenschaften, namentlich die Porosität, die wasserhaltende Kraft und die spezifische Wärme des unterliegenden Gesteines mehr als die chemischen Verhältnisse auf die Gestalt der Pflanzen Einfluß nehmen, war freilich noch zu ermitteln und womöglich durch Versuche nachzuweisen.

Unger und seine Anhänger, zu welchen auch ich zählte, glaubten durch Vergleich der chemischen Zusammensetzung der Pflanzenaschen mit der Zusammensetzung des Erdreiches, in welchem die betreffenden Pflanzen gewachsen waren, der Lösung der Frage näher kommen zu können. Aber die Ergebnisse der einschlägigen Untersuchungen waren nichts weniger als befriedigend. Es wurden nämlich die beiden genannten Stoffe, auf deren Vorhandensein man ein besonderes Gewicht legen zu müssen glaubte, nachgerade in den meisten der in Frage kommenden Erden nachgewiesen. Der kalkhaltige Feldspat, die Hornblende und andere Mineralien in den kristallinischen Schiefern liefern reichlich so viel Kalk in die Erdkrume, wie für die kalksteten und kalkholden, und die Kalksteine, welche fast alle Thon enthalten, reichlich so viel Kieselsäure, wie für die kieselsteten und kieselholden Pflanzenarten nötig ist. Auch stellte sich heraus, daß den Pflanzen die Fähigkeit zukommt, die für sie wertvollen Stoffe auch dann zu gewinnen, wenn dieselben in der Umgebung ihrer Wurzeln in kaum wägbaren Mengen vorhanden sind, daß sie aus diesem Grunde für gewisse Stoffe als Akkumulatoren wirksam werden, und daß durch ihre Vermittelung von einem Stoffe, der in dem unterliegenden Gesteine nur in Spuren vorhanden ist, doch verhältnismäßig ziemlich viel in den oberflächlichen mit den abgestorbenen Pflanzenresten durchsetzten Schichten der Erdkrume enthalten sein kann (s. Band I, S. 65 und 238).

Unter solchen Verhältnissen ist es aber ohne Bedeutung, ob in einer Erde 10 Prozent oder nur Spuren von Kalk oder Kieselsäure nachgewiesen werden, und es muß die Hypothese, welche annimmt, daß die kalksteten Pflanzenarten auf dem Schiefergebirge fehlen, weil sie dort ihren Bedarf an Kalk nicht zu decken in der Lage sind, oder daß die kieselsteten Arten auf den Kalkgebirgen nicht gedeihen, weil ihnen dort die nötige Menge von Kieselsäure abgeht, ebenso abgelehnt werden wie die Annahme, daß diesen als Nahrungsmittel aufgenommenen Stoffen eine formwandelnde Kraft zukomme.

Was die letztere Hypothese anbelangt, so wurde dieselbe seiner Zeit von mir lebhaft verfochten, und ich glaubte, sie durch sorgfältig ausgeführte Kulturversuche bekräftigen und beweisen zu können. Es wurden die Samen mehrerer kalksteter Arten in eine Erde gesäet, welche kaum wägbare Mengen von Kalk enthielt, und die aufkeimenden Pflänzchen mit kalklosem Wasser begossen; an anderer Stelle wurden die Samen von kieselsteten Arten in eine Erde gelegt, welche viel Kalk enthielt, und es wurden die Sämlinge mit kalkhaltigem Wasser begossen. Anfangs schien es, als ob in der That eine Veränderung der Gestalt bei einigen Individuen stattgefunden hätte. Es war aber nur eine Täuschung, oder, besser gesagt, die Veränderungen beschränkten sich nur auf größere oder geringere Üppigkeit des Laubes, Verlängerung oder Verkürzung der Stengel, reichliche oder ärmliche Entwickelung der Blüten und dergleichen. Eine wirkliche, in der Nachkommenschaft sich erhaltende Formveränderung wurde aber nicht erzielt. Die auf kalklosem Boden herangezogenen Stöcke der kalksteten Arten hatten ein kümmerliches Aussehen, blühten spärlich und brachten wenige keimfähige Samen zur Reife, und die auf kalkreichem Boden erwachsenen Stöcke der sogenannten kieselsteten Arten kränkelten und starben alsbald ab, ohne geblüht zu haben. Das,

was ich erwartet hatte, nämlich eine Umwandlung der Gestalt und zwar insbesondere eine wirkliche Verwandlung der nahe verwandten in der freien Natur auf den verschiedenen Gesteinsunterlagen sich vertretenden Arten, war demnach nicht eingetreten.

Wenn jetzt noch von Kalk- und Kieselpflanzen gesprochen und dem Boden als Quelle aufgeschlossener unorganischer Stoffe ein Einfluß auf die Gewächse zugeschrieben wird, so kann dieser nur darin bestehen, daß größere Mengen eines Stoffes dieser oder jener Pflanzenart nachteilig werden. . Die Saugzellen der Pflanzen haben zwar die Fähigkeit, eine Auswahl aus den ihnen zur Verfügung gestellten Stoffen zu treffen, aber diese Fähigkeit erreicht eine für jede Art festgesetzte Grenze. Aus einer sehr schwachen Lösung von Kochsalz, Soda, Gips, doppeltkohlensaurem Kalk 2c. vermögen die Saugzellen so viel aufzunehmen, wie sie benötigen; eine konzentrierte Lösung dieser Salze kann aber den Bau und die Funktion der Saugzellen stören und vernichten, und bei dauernder Einwirkung dieser konzentrierten Lösungen auf die zur Aufnahme unorganischer Nahrung bestimmten Zellen ist der Tod der betreffenden Pflanze unvermeidlich. Wenn man die auf Granitblöcken wachsenden Moose mit einer gesättigten Lösung von Gips tränkt, wenn das Erdreich, in welches unsere Wiesengräser ihre Wurzeln senken, mit einer gesättigten Lösung von Kochsalz begossen wird, wenn dem Humus, in welchen die Pflanzen eines Hochmoores gepflanzt werden, kohlensaures Natron oder doppeltkohlensaurer Kalk beigemengt wird, so gehen die betreffenden Pflanzen unfehlbar zu Grunde, und dieselben mineralischen Stoffe, welche in sehr verdünnten Lösungen ein Bedürfnis oder doch nicht nachteilig waren, werden in konzentrierten Lösungen zu Giften. Der Umstand, daß die eine Pflanzenart diesen, die andere jenen mineralischen Stoff bevorzugt (s. Band I, S. 67), macht es aber auch wahrscheinlich, daß die nachteilige Wirkung der in den Erden in größerer Menge enthaltenen Stoffe eine verschiedene ist, daß auf die eine Art eine größere Menge von Kalksalzen, auf die andere eine größere Menge von Natronsalzen, Kalisalzen 2c. nachteilig einwirkt. Von dem gegenwärtigen Standpunkte unserer Kenntnisse über die Aufnahme unorganischer Stoffe in die Pflanze erscheint daher die von Unger vorgeschlagene Terminologie, zumal die Bezeichnungen kieselstet und kieselhold, nicht mehr am Platze, und es wäre weit mehr zutreffend, von kalkfeindlichen, kalifeindlichen und dergleichen Pflanzen zu sprechen.

Die Verschiedenheit in der Pflanzendecke auf den knapp nebeneinander sich erhebenden und gleichen klimatischen Einflüssen ausgesetzten Kalkbergen und Schieferbergen, welche im Gebiete der Alpen an so zahlreichen Orten beobachtet wird und insbesondere in der Umgebung von Kitzbühel so auffallend hervortritt, ließe sich nach diesen Erörterungen am richtigsten so erklären, daß die kieselsteten und kieselholden Pflanzenarten im Kalkgebirge an allen jenen Stellen fehlen, wo ihre Wurzeln einer das Maß des Zuträglichen überschreitenden Menge von aufgeschlossenem Kalke ausgesetzt sind, was dann ihre Erkrankung, ihr Unterliegen im Kampfe mit jenen Mitbewerbern, welchen die größere Menge des Kalkes nicht nachteilig ist, und endlich ihr Aussterben zur Folge hat. Auf den Schieferbergen dagegen werden diese Pflanzen üppig gedeihen, weil dort der Kalk in einer nicht schädlichen Menge in der Erdkrume enthalten ist. Das Fehlen der kalksteten und kalkholden Arten im Schiefergebirge erklärt sich in ähnlicher Weise. Wenn Samen dieser Pflanzen aus dem benachbarten Kalkgebirge auf den Flügeln des Windes herbeigebracht werden und zum Keimen gelangen, so ist doch ihr weiteres Wachstum sichtlich beschränkt; sie kränkeln an allen jenen Orten, wo ihnen nur sehr wenig Kalk zur Verfügung steht, und werden von den dort üppig gedeihenden sogenannten kieselsteten und kieselholden Arten überwuchert und verdrängt.

Eine sehr wichtige Rolle spielt in betreff des Gegensatzes der Vegetationsdecke auf den Kalk- und Schieferbergen auch die durch Zersetzung abgestorbener Pflanzenteile gebildete

braune oder schwarze Masse, welche unter dem Namen Humus bekannt ist. Zur richtigen Würdigung seiner Bedeutung sei zunächst darauf hingewiesen, daß sich bei der Bildung einer geschlossenen Pflanzendecke allerwärts drei Entwickelungsstufen unterscheiden lassen. Der ersten Entwickelungsstufe gehören Pflanzen an, welche sich auf dem nackten Boden ansiedeln, sich mit einer ganz humuslosen Unterlage zufriedenstellen und im Laufe der Zeit den kahlsten Fels, das wüsteste Gerölle und den ödesten Flugsand bezwingen und in Fesseln schlagen. Die Arten dieser Gruppe gehören vorwaltend den Flechten, Moosen, Gräsern, Nelken, Schotengewächsen, Hauswurzarten, Steinbrechen und Korbblütlern an, deren Sporen, Samen und Früchte für die Übertragung durch Luftströmungen ausnehmend gut geeignet sind und mit Leichtigkeit zu den steilsten Geröllhalden und auf die schroffsten Felsklippen getragen werden können. Die zweite Entwickelungsstufe umfaßt Pflanzen, welche eines mäßig mit Humus gemengten Erdreiches bedürfen und sich auf dem von den ersten Ansiedlern zubereiteten Boden niederlassen, von demselben gewissermaßen Besitz ergreifen und die ersten Ansiedler unterdrücken und überwuchern. Es gehören hierher Pflanzen der verschiedensten Familien, deren Verbreitung und Ansiedelung auf eine sehr mannigfaltige, in einem späteren Kapitel zu beschreibende Weise stattfindet. Der dritten Entwickelungsstufe gehören Gewächse an, für welche der reichliche Humus, den die Pflanzen der zweiten Entwickelungsstufe nach und nach aufgespeichert haben, unentbehrlich ist. Torfmoose, Bärlappe, Seggen, Ericineen bilden den Hauptanteil dieser Stufe. Im Laufe der Jahre tritt in dem Boden, welcher die Pflanzen der dritten Entwickelungsstufe nährt, die Menge der unorganischen Stoffe immer mehr zurück. Gewächse, welche eine größere Menge unorganischer Salze bedürfen würden, fristen dort nur kümmerlich ihr Leben und werden überdies von Verwesungspflanzen, welche dort eine zusagende Stätte finden und sich üppig entwickeln, unterdrückt. Die abfallenden Teile der Verwesungspflanzen enthalten nur mehr sehr geringe Mengen unorganischer Stoffe. Namentlich ist in der Asche derselben keine Spur des Kalkes nachzuweisen. Auf diese Weise entsteht obenauf eine Humusschicht, welche eine große Zahl von Pflanzen geradezu ausschließt. Die nächst tiefere Schicht mag von unorganischen Stoffen immerhin noch eine merkliche Menge enthalten; für die in der obersten Humusschicht wurzelnden Gewächse sind diese ohne Wert, da ihnen der Übergang in die oberste Schicht verwehrt ist. Durch Versuche wurde nämlich ermittelt, daß der reine Humus die Eigenschaft besitzt, die im Wasser gelösten Stoffe zurückzuhalten. Das geht so weit, daß beim Filtrieren von Salzlösungen durch eine Humusschicht unten fast reines Wasser abträufelt. Es ist daher auch nicht möglich, daß unorganische Stoffe aus tieferen Schichten der Erdkrume, geschweige denn aus dem unterliegenden Gesteine im gelösten Zustande durch Saugwirkung in die oberste Humusschicht gelangen, und wenn nicht von obenher durch Berieselung oder Überschwemmungen gelegentlich einmal mineralische Bestandteile zugeführt werden, so besteht diese oberste Schicht des Bodens aus reinem Humus, auf welchem nur Verwesungspflanzen gedeihen.

Auf Schiefergebirgen erfolgt die Bildung solcher Humusschichten verhältnismäßig viel leichter und schneller als auf Kalkgebirgen, weil dort das Gestein und die Verwitterungsprodukte des Gesteines das Wasser viel besser zurückhalten und zur Entwickelung des Humus eine gleichmäßige Durchfeuchtung notwendig ist, wohl auch darum, weil auf Schieferboden schon die zweite der oben geschilderten Entwickelungsstufen der Pflanzendecke aus Gewächsen besteht, welche sehr wenig unorganischer Nährstoffe bedürfen und demzufolge auch dem Humus, der sich auf Kosten der absterbenden Teile dieser Gewächse erhöht, nur wenige unorganische Stoffe zugeführt werden. Aber auch im Kalkgebirge kann sich im Laufe der Zeit eine mächtige Lage von reinem Humus bilden. Nur muß an der betreffenden Stelle der Boden gleichmäßig von untenher durchfeuchtet sein und es darf demselben weder Sand

noch Schlamm von obenher zugeführt werden. Sind diese Bedingungen erfüllt, so entsteht selbst über Kalkfelsen und Kalkgerölle als dritte Entwickelungsstufe allmählich tiefer Humus, dessen oberste Schicht keine Spur von Kalk enthält, und auf welcher kalkfeindliche, beziehentlich kieselstete Pflanzen trefflich gedeihen. Das inselförmige Vorkommen sogenannter Schieferpflanzen oder Kieselpflanzen im Kalkgebirge, und zwar inmitten einer Pflanzendecke, welche als bezeichnend für den Kalkboden gilt, findet auf diese Weise eine naturgemäße Erklärung.

Das Wasser, welches die Gesteine netzt und das Erdreich tränkt, hat, abgesehen von der mechanischen Wirkung, die wichtige Aufgabe, die mineralischen Stoffe aufzuschließen und Lösungen herzustellen, aus welchen die Saugzellen der Pflanzen eine Auswahl treffen können. Als Lösungsmittel ist insbesondere das von obenher in die Erde eindringende atmosphärische Wasser infolge seines Gehaltes an Kohlensäure sehr wichtig. Für jenen Teil der Erdkrume, welcher von den Wurzeln lebender Pflanzen durchzogen wird, ist dasselbe unbedingt wertvoller als das an Kohlensäure sehr arme Grundwasser, welches, über undurchlässigen Schichten des Bodens sich ansammelnd, von untenher die Erdkrume tränkt.

Die wasserhaltende Kraft der Erdkrume richtet sich vor allem nach dem Grade der Zerteilung des Gesteines, durch dessen Verwitterung die Erdkrume gebildet wurde, und nach der Menge des Thones, welcher bei dieser Verwitterung entstanden ist. Aber auch die Menge des Humus, welche sich im Laufe der Zeiten den Verwitterungs- und Zersetzungsprodukten der unterliegenden Gesteine beimengt, nimmt hierauf einen wichtigen Einfluß, und es entstehen auf diese Weise äußerst verwickelte Verhältnisse, welche die Einteilung der Erdkrume nach ihrer wasserhaltenden Kraft sehr erschweren. Wenn sandiger, humusarmer, das Wasser durchlassender Boden der Benetzung durch Grundwasser entrückt und nur auf die Befeuchtung mit atmosphärischem Wasser angewiesen ist, so werden die in ihm wurzelnden Pflanzen bei längere Zeit hindurch ausbleibendem Regen und Tau in ihrer Entwickelung gestört und infolge der Beschränkung des Wachstumes in ihrer äußeren Erscheinung verändert. Wieweit diese Veränderungen gehen können, ist am besten an einjährigen Pflanzen zu sehen, wenn sie gerade in jener Zeit von der Trockenheit des Bodens beeinflußt werden, in der das stärkste Wachstum erfolgen soll. Die Stengelglieder bleiben kurz, die Laubblätter sind auf das geringste Maß beschränkt, die Seitenachsen kommen gar nicht zur Entwickelung, von den angelegten Blüten werden nur wenige oder selbst nur eine einzige ausgebildet; diese ist klein, öffnet sich verhältnismäßig sehr früh, und die ganze Pflanze erhält ein zwerghaftes Aussehen. Einjährige, auf trocknem Boden aufgewachsene Stöcke der Mohne (Papaver Rhoeas, somniferum), der Tausendschöne (Adonis aestivalis, flammea), des Radens (Agrostema Githago), der Kornblume (Centaurea Cyanus) und des gewöhnlichen Kreuzkrautes (Senecio vulgaris) weichen von den an gleichem Orte, aber in feuchten Jahren aufgewachsenen Stöcken in betreff des Umfanges aller ihrer Teile so auffallend ab, daß man sie beim ersten Anblicke für andere Arten halten möchte. Lehmiger, wasserhaltender Boden ist der Gefahr einer zu weit gehenden Austrocknung weniger ausgesetzt, hat dagegen, solange er nicht mit Humus durchsetzt und dadurch entsprechend gelockert ist, den Nachteil, daß das Wasser in demselben die unorganischen Nährstoffe nicht so rasch und nicht in der Menge aufzuschließen im stande ist, wie es dem Bedürfnisse der Pflanzen entspräche. Aus diesem Nachteile erklärt sich die auffallende Erscheinung, daß die auf zähem, nassem Lehmboden gewachsenen Pflanzen ein zwerghaftes Aussehen haben, ganz ähnlich demjenigen, das die auf trocknem Sandboden gewachsenen Stöcke aufweisen. Im Überschwemmungsgebiete von Bächen und Flüssen, wo nicht selten auf einem Platze im Umfange weniger Schritte sandiger und lehmiger Boden in allen Abstufungen der Porosität und in dem mannigfaltigsten Mischungsverhältnisse mit Humus wechselt, sieht man

gewisse Arten, wie z. B. Aster Tripolium, Bidens cernua und tripartita, Polygonum lapathifolium, Rumex maritimus, Veronica Anagallis, in allen möglichen Größenverhältnissen nebeneinander sich entwickeln. An den Stellen, wo die Keimlinge trotz der reichlichen Durchfeuchtung des Bodens nicht die für sie nötige Menge der mineralischen Nährstoffe aufgeschlossen vorfinden, erheben sich die Stengel zur Höhe von 3—8 cm, an den für die Aufnahme der Nahrung begünstigten Stellen bis zu 50—80 cm. Es soll hier nur eine Art, nämlich der Ehrenpreis Veronica Anagallis, eingehender besprochen werden. Man findet von demselben Stöcke mit einem 3—5 cm hohen und 0,5 mm dicken Stengel, mit Laubblättern, welche vollständig ausgewachsen 6—12 mm lang und 5—6 mm breit sind. Die Zahl der Blüten in einem Blütenstande beträgt bei solchen Stöcken 4—5; der Kelch und auch die reife Kapselfrucht messen 3 mm in die Länge. Den Gegensatz zu diesen bilden Stöcke, deren Stengel 30—50 cm hoch und 7—8 mm dick ist, deren ausgewachsene Blätter 80 mm lang und 35 mm breit sind. Die Zahl der Blüten in einem Blütenstande beträgt bei solchen Stöcken 40—50, und der Kelch sowie die reife Kapselfrucht messen 4—5 mm in die Länge. Im ganzen genommen sind also diese Stöcke 10mal so umfangreich als die früher beschriebenen. Untersucht man nun den Boden, aus welchem die ihrer Größe nach so auffallend verschiedenen Stöcke hervorgingen, so stellt sich heraus, daß die zwergigen Exemplare in einem zähen, humuslosen, die großen Exemplare in einem mit Humus durchsetzten und infolgedessen sehr gelockerten Thonboden ihre Wurzeln ausbreiteten. Aus dem zähen Thonboden vermögen die Wurzeln offenbar nicht das, was zum Aufbaue kräftiger Stöcke von nöten ist, zu gewinnen, wenn derselbe auch gut durchfeuchtet und durchwärmt ist, während sie aus dem humusreichen, von Wasser getränkten Thonboden die benötigten Stoffe in reichlichem Maße zu gewinnen im stande sind.

Daß das **Grundwasser** wegen des geringen Gehaltes an Kohlensäure weniger günstig auf die Pflanzenwelt einwirkt als Regen und Tau, wurde bereits erwähnt. Mit der Befeuchtung der Erdkrume durch das von untenher aufsteigende Grundwasser sind aber auch noch verschiedene andere Übelstände verbunden. Durch dasselbe wird der Boden auf längere Zeit überreichlich getränkt, was den Wurzeln der meisten Erdpflanzen nicht zuträglich ist. Bei längerem gleichmäßigen Stande des Grundwassers gehen in dasselbe aus dem getränkten Erdreiche Kali- und Natronsalze, unter Umständen auch Humussäuren über und zwar in einer für die meisten Erdpflanzen nichts weniger als vorteilhaften Menge. Die Pflanzenwelt zeigt demzufolge an solchen Stellen, wo das Grundwasser längere Zeit hindurch auf die von Pflanzenwurzeln durchsetzte Schicht der Erdkrume Einfluß nimmt, ein kümmerliches Wachstum und wird überhaupt nur von verhältnismäßig wenigen Arten zusammengesetzt.

Dort, wo in den muldenförmigen Vertiefungen eines Geländes das Grundwasser zu Tage tritt, entstehen **Lachen und Tümpel mit wechselndem Wasserstande**. Zeitweilig sind die an solchen Orten wachsenden Pflanzen ganz unter Wasser gesetzt, zeitweilig sind ihre Stengel und Blätter wieder von Luft umgeben. Da ist es mit den Erdpflanzen noch übler bestellt. Die Mehrzahl derselben verträgt keine lang andauernde Wasserbedeckung, sondern erstickt, stirbt ab und fault unter Wasser schon nach wenigen Tagen. Nur wenige Arten haben die merkwürdige Fähigkeit, sowohl unterhalb des Wassers als auch in der Luft zu wachsen, und diese sind natürlich in betreff ihrer Gestalt von hervorragendem Interesse. Dem großen Gegensatze der äußeren Lebensbedingungen, welchem diese Arten zeitweilig ausgesetzt sind, entspricht auch ein weit gehender Wechsel sowohl im inneren Baue der einzelnen Organe als auch in der äußeren Erscheinung. Da durch das umflutende Wasser die Stengel und Blätter in der vorteilhaftesten Lage erhalten werden, so tritt bei den unter Wasser lebenden Varietäten der in Rede stehenden Arten das mechanische Gewebe auffallend zurück (s. Band I, S. 393 und 624). Ebenso entfallen an denselben jene Einrichtungen, welche

sonst die Transpiration zu regeln haben, da unter Wasser eine Verdunstung nicht stattfindet. Die Stengel, welche unter Wasser gewachsen sind, erscheinen darum, sobald sie an die Luft gebracht werden, schlaff und ohne Halt, die Blätter sind im Vergleiche zu jenen, welche sich in der Luft entwickeln, viel zarter und weicher, glanzlos und von hellerem Grün, rollen sich an der Luft bald zusammen und vertrocknen dort in kürzester Zeit. Ein durch das Blatt geführter Querschnitt zeigt, daß die Zahl der Zellen, welche zwischen der oberen und unteren Oberhaut eingeschaltet sind, verringert ist, und daß diese Zellen in der Richtung senkrecht auf die Blattfläche verkürzt sind. Die Laubblätter von Veronica Beccabunga erscheinen, wenn sie unter Wasser wuchsen, kaum ein Drittel so dick als jene, welche sich an der Luft entwickelt haben, und zwischen der oberen und unteren Oberhaut finden sich nur 4—5 Lagen kurzer Zellen, während die entsprechenden Laubblätter der Luftpflanze 10—12 Lagen von Zellen und eine deutliche Sonderung in ein Palissaden- und Schwammgewebe (s. Band I, S. 256) erkennen lassen. Der Umriß der Blätter wird unter Wasser gleichfalls in der mannigfachsten Weise verändert. Bei Veronica Beccabunga ist in dieser Beziehung die Verschiedenheit der unter und über dem Wasser ausgebildeten Blätter am geringsten und beschränkt sich auf die Verkürzung des Blattstieles und darauf, daß die Zähne des Blattrandes undeutlicher werden. Auch bei Veronica Anagallis ist die Veränderung des Umrisses unbedeutend, bei zahlreichen anderen aber ist sie sehr auffallend, und es wird auf dieselbe bei Besprechung des Lichteinflusses zurückzukommen sein.

Gewächse, welche im Schlamme eines Bachrinnsales wurzeln, und deren Stengel und Blätter von rasch fließendem Wasser umspült werden, müssen eine entsprechende Zugfestigkeit besitzen, wenn sie nicht zerrissen werden sollen. Vergleicht man zwei Stöcke einer Art, von welchen der eine im stehenden Gewässer eines tiefen Tümpels, der andere in einem rasch fließenden Bache gewachsen ist, so bemerkt man, daß sich die Wände der Oberhautzellen an dem im strömenden Wasser gewachsenen Stocke stark verdickt haben, und daß sich in der Rinde der Stämme kräftige Bastbündel ausbildeten, von welchen im Stamme des im stehenden Wasser entwickelten Stockes nur schwache Spuren zu sehen sind. Besonders auffallend ist auch an den Pflanzen im rasch fließenden Wasser die außerordentliche Verlängerung der Stengel, Blattstiele und Blattspreiten. Das Laichkraut Potamogeton fluitans, die Simsen Juncus lamprocarpus und supinus, das Rispengras Agrostis stolonifera und das Süßgras Glyceria fluitans sind in dieser Beziehung sehr lehrreiche Beispiele. Ein Stock des zuletzt genannten Grases, welcher auf feuchtem Boden am Ufer eines Baches über dem Wasser in der Luft gewachsen war, trug lineale, plötzlich zugespitzte Blätter mit 15 cm langer Scheide und einer im Mittel 23 cm langen nnd 8,5 mm breiten Spreite. Nachdem dieser Stock im darauf folgenden Jahre unter Wasser gesetzt wurde, welches mit raschem Gefälle über seine Halme dahinfloß, entfalteten sich Blätter, die nur sehr allmählich in das spitze Ende ausliefen, deren Scheide im Mittel 47 cm lang war, und deren Blattspreite bei 73 cm Länge eine Breite von nur 5 mm zeigte. Die Blattspreite war demnach im fließenden Wasser dreimal so lang und dabei etwas schmäler geworden. In Beziehung auf die Zahl der die Blattspreite durchziehenden Stränge war keine Verschiedenheit zu bemerken, doch waren die Stränge einander mehr genähert als an der in der Luft gewachsenen Pflanze. Das Pfeilkraut (Sagittaria sagittifolia), welches gewöhnlich auf schlammigem Grunde in seichten Tümpeln wächst und dort seine Laubblätter über stehendes Wasser erhebt, hat seinen Namen mit Rücksicht auf die einem Pfeile ähnlichen Blattspreiten erhalten. Wird dasselbe in das Rinnsal eines schnellfließenden Baches gepflanzt, so daß die Blätter während ihrer Entwickelung lebhafter Strömung ausgesetzt sind, so wird die Blattspreite fast gänzlich unterdrückt. Was von ihr noch zu sehen ist, nimmt die Gestalt eines Spatels an, ja bisweilen ist jede Spur der Blattspreite verloren gegangen.

Dagegen verlängern sich die Blattstiele bis zu 70 cm und gestalten sich zu schlaffen, flachen, 1—2 cm breiten, blaßgrünen Bändern, welche bei flüchtigem Anblicke leicht für Blätter der Vallisnerie gehalten werden könnten.

Eine andere bemerkenswerte Veränderung, welche durch die Bedeckung wachsender Pflanzen mit Wasser veranlaßt wird, besteht darin, daß jene Gebilde der Oberhaut, welche Pflanzenhaare genannt werden, nicht zur Entwickelung kommen, demzufolge die unter Wasser gewachsenen Stengel und Blätter stets kahl erscheinen. Am auffallendsten ist die Unterdrückung der Haargebilde an der im Wasser wachsenden Varietät des Knöteriches Polygonum amphibium. An den Stöcken dieser Pflanze, welche in der Luft gewachsen sind, erscheinen die Blätter kurzgestielt, lanzettlich, ganz dicht mit kurzen Haaren besetzt und fühlen sich rauh an, während die im Wasser gewachsenen Stöcke Blätter tragen, welche langgestielt, breit lineal und an beiden Seiten vollständig kahl sind.

Von bedeutendem Einflusse auf die Gestalt der Erdpflanzen ist der Feuchtigkeitszustand der Luft. In einem mit Wasserdampf nahezu oder ganz gesättigtem Raume geht die in alle Lebensvorgänge der Pflanzen so tief eingreifende Transpiration nur träge vor sich. Wenn daher die Stöcke einer Pflanzenart, welche für gewöhnlich in trockner Luft wachsen, in einen solchen Raum gelangen, so werden sie sich mit Förderungsmitteln der Ausdünstung zu versehen haben. Umgekehrt werden sich Pflanzenstöcke, welche an Orten aufwachsen, wo eine trockne Luft herrscht, mit Schutzmitteln gegen die zu weit gehende Transpiration ausrüsten müssen. Die Ausrüstungen für den einen wie für den anderen Fall wurden in Band I, S. 261 und 283 so eingehend behandelt, daß es wohl überflüssig wäre, sie hier nochmals zu besprechen; doch muß darauf hingewiesen werden, daß die Fähigkeit der Pflanzen, ihre Gewebe je nach Bedürfnis bald zu Förderungsmitteln der Transpiration, bald wieder zu Schutzmitteln gegen eine zu weit gehende Transpiration auszubilden, eine sehr beschränkte ist. Auch ist schon hier darauf aufmerksam zu machen, daß es großen Schwierigkeiten unterliegt, die unmittelbare Wirkung des Feuchtigkeitszustandes der Luft von den Erfolgen anderer Einflüsse scharf zu trennen. Die Wärme und das Licht sowie der Feuchtigkeitszustand des Bodens stehen mit dem Feuchtigkeitszustande der Luft in einer innigen, aber schwer berechenbaren Wechselwirkung, können sich bis zu einem gewissen Grade auch ersetzen und vertreten, und es ist darum in den meisten Fällen unmöglich, zu sagen, ob irgend eine Veränderung der bei der Transpiration beteiligten Gewebe auf Rechnung des einen oder des anderen dieser äußeren Einflüsse kommt. Für die Hauptfrage, welche beantwortet werden soll, ob es überhaupt möglich ist, daß durch den Wechsel in den Lebensbedingungen der Pflanzen eine Veränderung der Gestalten im Sinne einer Anpassung erfolgen kann, ist es eigentlich belanglos, ob der sichtbare Erfolg mehr diesem oder mehr jenem Einflusse zugeschrieben wird; aber es trägt doch wie in so vielen anderen Fällen wesentlich zur Klärung bei, wenn man bei den Versuchen, diese schwierigen Fragen zu lösen, eine gewisse Einseitigkeit walten läßt und die so innig verwobenen Einflüsse des Bodens und Klimas auf die Pflanzen getrennt zu behandeln sucht.

Der Einfluß der Wärme auf die sich entwickelnden Pflanzen wurde in Band I, S. 488 erörtert. Hier verdient noch besonders erwähnt zu werden, daß die Bildung von Stärkemehl und anderen Reservestoffen sowie die Bildung von Zucker in den Früchten vorzüglich mit der Wärme zusammenhängt. Früchte derselben Art, welche unter dem Einflusse hoher Wärmegrade zeitigen, weichen von jenen, die bei niederer Temperatur ihre Reife erlangen, in betreff des Zuckergehaltes sehr auffallend ab. Daß auch die Größenverhältnisse des Stammes, des Laubes, der Blüten und Früchte durch die Wärme beeinflußt werden, wird allgemein angenommen. Als beweisend glaubt man insbesondere jene Veränderungen ansehen zu können, welche stattfinden, wenn aufblühende Pflanzen, die eine

Zeitlang in einem sehr warmen Raume aufgestellt waren, unter sonst gleichbleibenden Verhältnissen in einen kühleren Raum versetzt werden. Wenn man den Stock einer großblütigen Zwiebelpflanze, z. B. **Amaryllis Belladonna**, die ersten Blüten im warmen Gewächshause entfalten läßt, ihn dann in ein kühles Gewächshaus überträgt, damit sich dort die folgenden Blüten bei niederer Temperatur entwickeln, so kann man sehen, daß die letzteren um nahezu ein Drittel kleiner bleiben als die ersteren. Wenn dagegen die ersten Blüten im kalten und die letzten im warmen Raume aufblühten, so zeigen die ersteren kleinere, die letzteren größere Abmessungen. Es ist wichtig, diesen Umstand besonders hervorzuheben, damit die Erscheinung, welche dieser Versuch zu Tage fördert, nicht etwa mit einer anderen verwechselt wird, der nämlich, daß die Blüten eines Stockes, welche sich zuerst entfalten, größer sind als jene, welche an demselben Stocke zuletzt an die Reihe kommen, und zwar auch dann, wenn nicht die geringste Veränderung in der Lage und in den äußeren Einflüssen des Lichtes, der Wärme, der Feuchtigkeit 2c. stattgefunden hat.

Von besonderem Werte ist für die Feststellung des Einflusses der Wärme auf die Gestalt einer Pflanzenart der Vergleich von Stöcken, welche unter sonst gleichen Verhältnissen im Wasser von verschiedener Temperatur sich entwickelt haben. Bekanntlich zeigen in Gebirgsgegenden die Quellen an demselben Bergabhange eine nach der Höhenlage wechselnde Temperatur, und trotzdem kommen gewisse Pflanzenarten ebensowohl in den Quellen am Fuße wie in der Nähe der Kuppe des Berges vor. Als solche Pflanzen können **Cardamine amara, Myosotis palustris, Pedicularis palustris** und **Veronica Beccabunga** angesehen werden. Diese Arten wachsen z. B. am Fuße des Patscherkofels bei Innsbruck im Rinnsale von Quellen mit einer mittleren Temperatur von 10,2° gedeihen aber auch noch in einer oberhalb der Baumgrenze in der Seehöhe von 1921 m entspringenden, unter dem Namen „Kreuzbrunnen" bekannten Quelle, welche die mittlere Temperatur von 4,2° aufweist. Wenn man nun die unter dem Einflusse dieser verschiedenen Temperaturen herangewachsenen Stöcke derselben Art miteinander vergleicht, so stellt sich folgendes heraus. Die Stöcke der zuletzt genannten Art (**Veronica Beccabunga**), welche sich im Quellwasser bei einer Temperatur von 10,2° entwickelt hatten, waren 20—50 cm hoch und zeigten vom angewurzelten Grunde bis zur Höhe der ersten Blütenstände 4—6 Glieder; die Stengelglieder waren 60—120 mm lang und 5 mm dick; die Blätter in der Mittelhöhe des Stockes waren 40—60 mm lang, 20—25 mm breit, und jede der Blütentrauben zeigte 12 bis 16 Blüten. Die Stöcke, welche sich im Quellwasser bei einer Temperatur von 4,2° entwickelt hatten, waren 10—15 cm hoch und zeigten vom angewurzelten Grunde bis zur Höhe der ersten Blütenstände 4—6 Glieder; die Stengelglieder waren 15—30 mm lang und 2,5 mm dick; die Blätter in der Mittelhöhe des Stockes waren 15—18 mm lang und 10—12 mm breit, und jede Blütentraube zeigte 12—16 Blüten. Ähnlich verhielten sich auch **Cardamine amara, Myosotis palustris** und **Pedicularis palustris**. Eine Veränderung in der Form der Blätter und Blüten war nicht wahrzunehmen; die Blumenkronen wiesen in der Quelle des Kreuzbrunnens etwas tiefere Farbentöne auf; **Myosotis palustris**, welche am Fuße des Patscherkofels 20 cm hoch erschien, war in der Quelle des Kreuzbrunnens 4—5 cm hoch und erinnerte mit ihrem tiefen Blau der Blumenkronen lebhaft an das Zwergvergißmeinnicht (**Eritrichium nanum**) der Südalpen, und **Cardamine amara** zeigte in der genannten kalten Quelle, abgesehen von der Verkürzung der Stengelglieder und der Verkleinerung der Laubblätter, noch die auffallende Erscheinung, daß die weißen Kronenblätter außen rötlich überlaufen waren, was an den Stöcken in der tieferen Höhenstufe nicht der Fall war.

Welchen mächtigen Einfluß das Licht auf die Entwickelung der Pflanzen nimmt, wurde in Band I, S. 344 besprochen. Hier ist insbesondere die Frage zu beantworten, inwieweit

grelles und abgedämpftes Licht die Größe, Gestalt und Farbe der Pflanzen zu verändern im stande ist. Was Versuche und Beobachtungen in der freien Natur in dieser Beziehung gelehrt haben, mag nachfolgend übersichtlich zusammengestellt sein. Wenn sich die Stöcke einer Art im abgedämpften Lichte entwickeln, zeigen sie stets höheren Stengel und längere Blätter, als wenn sie in Lichtfülle aufgewachsen sind, wobei natürlich vorausgesetzt wird, daß die Verhältnisse der Feuchtigkeit und der Wärme beide Male möglichst übereinstimmend waren. In besonders auffallender Weise tritt dieser Unterschied hervor, wenn zwei Stöcke einer Art verglichen werden, von welchen der eine im abgedämpften Lichte des Gewächshauses in den kurzen Tagen des Winters, der andere an einer unbeschatteten Stelle des freien Landes im Laufe des Sommers bei einer täglichen Lichtdauer von 16—17 Stunden sich entwickelt hat. Der erstere zeigt schlanke, dünne Stengel, zarte, gelblichgrüne Blätter und bringt entweder gar keine Blüten zur Entfaltung, oder aber diese haben ein schwächliches Aussehen, und ihre Kronenblätter sind blaß und hinfällig. Der letztere zeigt gedrungene, kräftige Stengel, dunkelgrüne Blätter und entfaltet eine Fülle von Blüten mit gesättigten Farben. Aus der großen Zahl von Versuchen, welche zur genaueren Feststellung dieses hier nur im allgemeinen ausgesprochenen Gegensatzes angestellt wurden, soll nur einer herausgegriffen sein, und zwar ein solcher, an dem zu ersehen ist, inwieweit auch die Form der Blüten beeinflußt werden kann. Die Samen des zweijährigen Steinbreches Saxifraga controversa, welche in mehrere mit gleicher Erde gefüllte Gartentöpfe gesäet wurden, lieferten zahlreiche junge Pflanzen. Ein Gartentopf, welcher sechs von diesen jungen Pflanzen enthielt, wurde im Herbste in das Warmhaus übertragen, der andere, in welchem ebenfalls sechs junge Pflanzen enthalten waren, wurde im freien Lande unter einer mächtigen Schneedecke überwintert. Im Warmhause erhoben sich Anfang Dezember aus der Mitte der kleinen Blattrosetten der sechs Versuchspflanzen schlanke, 10 cm hohe Stengel, deren oberste Glieder 22 mm lang und 1 mm dick waren. Die Stengelblätter zeigten eine gelbliche Farbe, waren ganzrandig, länglich, 6—7 mm lang und 2 mm breit. Die Abmessungen der Blütenteile waren folgende: Kelchröhre 4 mm lang, 3 mm breit; Kelchzähne 2 mm lang, 1,5 mm breit; Kronenblätter 3,5 mm lang, 2 mm breit; Pollenblätter 1 mm lang. Auffallend war, daß sich nur aus den Achseln der oberen Stengelblätter Seitenäste entwickelten, und daß die Anlagen von Seitenästen in den unteren Blattachseln verkümmerten. Aus den Blattrosetten jener Stöcke, welche unter tiefem Schnee im freien Lande überwinterten, erhoben sich im darauffolgenden Mai kräftige 6 cm hohe Stengel, deren oberste Glieder 12 mm lang und 2 mm dick waren. Die Stengelblätter zeigten sich vorn etwas verbreitert und gezähnt, rötlich überlaufen, 5 mm lang und 3 mm breit. Die Abmessungen der Blütenteile waren folgende: Kelchröhre 2 mm lang, 2 mm breit; Kelchzähne 1,5 mm lang, 1 mm breit; Kronenblätter 2,8 mm lang, 2 mm breit, Pollenblätter 1 mm lang. Aus den Achseln der Stengelblätter hatten sich blütentragende Seitenstengel entwickelt, die ebenso wie die Hauptstengel an den der Sonne ausgesetzten Seiten etwas rötlich überlaufen waren. Die Veränderungen, welche hier unbedenklich auf Rechnung des verschiedenen Lichteinflusses gesetzt werden dürfen, beschränkten sich demnach nicht nur auf eine Verlängerung, beziehentlich Verkürzung der Stengel und Laubblätter; auch die Blumen waren entsprechend verändert. Die Kronenblätter zeigten sich an den um Neujahr, zur Zeit der kürzesten Tage, geöffneten Blüten nicht nur relativ, sondern auch absolut schmäler als jene, welche den im Vorsommer, zur Zeit der langen Tage, geöffneten Blüten angehörten.

Daß die Verlängerung der Blätter sowie die Zerteilung der Blattflächen in lange, schmale Zipfel an den von Wasser bedeckten Pflanzen auf Rechnung der Abdämpfung des Lichtes bei dem Durchgange durch das Wasser zu bringen sei, wurde schon bei früherer

Gelegenheit angedeutet (s. Band I, S. 627). Am auffallendsten tritt die Verlängerung der unter Wasser entwickelten Blätter bei dem Wassersterne (Callitriche) und dem Tannenwedel (Hippuris) hervor. An letzterem erscheinen die unter Wasser gewachsenen linealen Blätter 30mal so lang wie breit, während die an der Luft gewachsenen nur 7—9mal so lang wie breit sind. Bei **Roripa amphibia** werden die Blätter, wenn sie sich unter Wasser entwickeln, im Gegensatze zu den in der Luft gewachsenen tief gespalten. Die an der Luft ausgebildeten Blätter sind an diesem Schotengewächse länglich lanzettlich, ungefähr 10mal so lang wie breit und am Rande mit kleinen Zähnen besetzt. Unter Wasser erhalten die Blätter einen elliptischen Umriß, werden 2—3mal so lang wie breit, und die Spreite ist fast bis zur Mittelrippe in schmale, 2—3 cm lange Zipfel kammförmig oder fiederförmig gespalten. An dem quirlblätterigen Tännel (Elatine Alsinastrum) sind die in der Luft entwickelten Blätter zu 3 und 3 in Wirteln zusammengestellt. Sie haben eine eiförmige Gestalt und sind an den Rändern, infolge eines Besatzes mit feinen Zäckchen, rauh. Jedes derselben ist von 3—5 Strängen durchzogen. Die Blätter, welche unter Wasser auswachsen mußten, sind bis zum Grunde der Länge nach in 3—4 schmale, lineale Zipfel gespalten, und es macht den Eindruck, als ob der Wirtel aus 12 Blättern gebildet wäre. Jeder dieser Zipfel ist am Rande glatt und in der Mitte nur von einem einzigen Strange durchzogen. Noch auffallender als an dem quirlblätterigen Tännel tritt der Gegensatz zwischen den an der Luft und den unter Wasser im abgedämpften Lichte entwickelten Blättern an den weißblühenden Hahnenfüßen (Ranunculus), die man in die Gruppe Batrachium zusammenfaßt, hervor. Stöcke dieser Hahnenfüße, welche auf schlammigem, aber nicht überflutetem Boden ihre Entwickelung durchmachten, zeigen drei- oder fünfspaltige Blätter, deren Zipfel flach ausgebreitet, hellgrün, glänzend und fast fleischig erscheinen. Wenn sich dieselben Stöcke unter Wasser ausbilden müssen, so erhalten die Blätter ein ganz verschiedenes Aussehen; sie erscheinen nun in zahlreiche fadenförmige oder haarförmige Zipfel gespalten, welche eine dunkelgrüne Farbe haben und des Glanzes vollständig entbehren.

Ähnlich der Bedeckung mit einer das Licht dämpfenden Wasserschicht wirkt auf die sich entwickelnden Stengel, Laubblätter und Blüten die Bedeckung, beziehentlich Beschattung durch Steine, lockere Erde, Reisig, benachbarte Stauden und Sträucher. Auf einem Platze in der Nähe meines Landhauses, der in früheren Jahren als Ablagerungsstätte für Holz und dürres Reisig benutzt wurde, später aber eine Zeitlang unbenutzt blieb, hatte sich die Ackerkratzdistel (Cirsium arvense) angesiedelt und bildete dort einen ansehnlichen geschlossenen Bestand. Die im dichten Schlusse beisammen stehenden Stengel der Kratzdistel erreichten zur Zeit der Blüte und Fruchtreife ungefähr die Höhe von 80 cm. Im Winter des Jahres 1885 wurde dort neuerdings Holz abgelagert und in 150 cm hohen Stößen aufgeschichtet. Als nun im darauf folgenden Frühsommer die neuen Stengel der Distel hervorzusprießen begannen, mußten sie sich bequemen, durch die dunkeln Räume zwischen den Holzklötzen emporzuwachsen. Mehrere waren gezwungen, hierbei die verschiedensten Krümmungen auszuführen, stießen endlich auf unüberwindliche Hindernisse und verkümmerten in den Klüften des Holzstoßes, ohne das Licht erreicht zu haben. Ein anderer Teil der Sprosse, dem ein ziemlich gerader Weg durch die Zwischenräume geboten war, erhob sich aber entlang dieses Weges, erreichte die Oberfläche des Holzstoßes, wuchs über diese noch 50 cm hinaus, entfaltete an diesem obersten Stücke große Laubblätter, entwickelte auch Äste mit Blütenköpfchen, und man hätte bei Betrachtung von der Ferne glauben können, daß hier ein Trupp von Kratzdisteln oben auf dem Holzstoße gewachsen sei. Die Stengel hatten die Höhe von 2 m erreicht! Die unteren Stengelglieder erschienen um mehr als das Doppelte gegen sonst verlängert, die Laubblätter, welche innerhalb der dunkeln Klüfte von dem Stengel ausgingen, waren klein geblieben, zeigten eine gelbliche Farbe, und in den Achseln derselben

waren keine Knospen zur Entwickelung gelangt. Ein gleiches Verhalten zeigen die Preißelbeersträuche (Vaccinium Vitis Idaea), wenn ihre Sprosse genötigt sind, durch morsche Holzstrünke zum Lichte emporzuwachsen. Solche Sprosse, welche durch die dunkeln Klüfte zwischen der Borke und dem Holze des Strunkes ihren Weg einschlagen, können die Höhe eines Meters erreichen, während jene, welche sich nebenbei von der Erde des Waldbodens erheben, nur 15 cm hoch werden. Soweit die dunkle Kluft reicht, sind die Sprosse rötlich, und an Stelle der dunkelgrünen Laubblätter sieht man an diesen Stengeln kleine blasse Schuppen ausgebildet.

Von den am Boden liegenden Stämmchen des kriechenden Klees (Trifolium repens) erheben sich aufrechte Blattstiele, welche von einer dreizähligen Blattspreite, und aufrechte kantige Stengel, welche von einer Blütendolde abgeschlossen sind. An sonnigen Plätzen, zumal dort, wo benachbarte Pflanzen keinen Schatten spenden, erreichen die Blattstiele die Länge von 8 und die Stengel die Höhe von 10 cm. Wenn aber üppige höhere Stauden neben dem kriechenden Klee wachsen und ihn beschatten, so strecken sich die Blattstiele und Stengel so lange, bis die von ihnen getragenen Spreiten und Dolden dem Lichte ausgesetzt sind. Die Blattstiele können unter solchen Umständen die Länge von 28 und die doldentragenden Stengel die Höhe von 55 cm erreichen. Eine außerordentliche Verlängerung erfahren an solchen Stellen, wo hohes Gras und üppiges Staudenwerk den feuchten Boden beschattet, auch die grundständigen Blätter des Löwenzahnes (Taraxacum officinale). Besonnt erreichen die Blätter die Höhe von 20 cm, beschattet erheben sie sich zu der doppelten bis dreifachen Höhe. Insbesondere ist es der unterste Teil des Blattes, welchen die Verlängerung betrifft; das freie Ende desselben wird verhältnismäßig am wenigsten verändert, und das Mittelstück wird nur insofern beeinflußt, als dort die Lappen und Zähne kürzer werden und weniger scharf hervortreten.

Um zu ermitteln, welchen Einfluß die Bedeckung der Pflanzen mit Erde ausübt, wurden auf einem Gartenbeete zahlreiche Zwiebeln der Tulpenart Tulipa Gesneriana und auf einem zweiten zahlreiche Zwiebeln des Frühlingssafrans Crocus vernus in gleicher Höhe gepflanzt und über diese Zwiebeln Erde in der Mächtigkeit von 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45 und 50 cm stufenweise aufgeschüttet. An den Stellen, wo die Zwiebeln nur mit einer 5 cm hohen Erdschicht bedeckt waren, kamen natürlich die Blattspitzen und Blütenknospen zuerst an das Tageslicht; in den angrenzenden Stufen der beiden Gartenbeete zeigte sich die Entwickelung in dem Maße verzögert, als die Erde höher aufgeschichtet war. Über die 20 cm hohe Erdschicht wurden noch einige Blütenknospen des Safrans, über die 30 cm hohe Erdschicht eine Blütenknospe der Tulpe, über die 35 cm hohe Erdschicht noch zahlreiche Blattspitzen des Safrans und über die 40 cm hohe Erdschicht noch einige Blattspitzen der Tulpe vorgeschoben. Die Perigonröhre, die Blütenstiele und die Laubblätter waren ungefähr doppelt solang geworden wie jene, welche sich bei einer Erdbedeckung von nur 5 cm entwickelt hatten. Die Blüten waren kleiner, entfalteten sich dicht über der Erde, die Blätter waren schmäler und, soweit sie die Erde umgab, von blaßgelber Farbe. Über 40 cm erhob sich weder ein Blatt des Safrans noch der Tulpe. Zu einer weiteren Verlängerung reichten offenbar die in dem Zwiebelstocke und den Zwiebelschalen aufgespeicherten Reservestoffe nicht mehr aus. Es vollzogen sich also an den Stengeln und Blättern des Safrans und der Tulpe ähnliche Veränderungen, welche man im dunkeln Raume eines Kellers an den aus Kartoffelknollen hervorgehenden Sprossen beobachtet.

Wenn die Abdämpfung und Entziehung des Lichtes Verlängerungen der Sprosse und verschiedene Veränderungen der Blätter veranlaßt, so läßt sich erwarten, daß grelle Beleuchtung an den wachsenden Pflanzen die entgegengesetzte Wirkung hervorbringen werde. Und so ist es auch in der That. Stöcke, welche das eine Jahr im Schatten gehalten und das darauffolgende Jahr vom Beginne ihrer Entwickelung angefangen in die Sonne gestellt

wurden, zeigten kürzere Stengelglieder und derbere Blätter; auch blühten sie reichlicher, die Blüten wurden dunkler gefärbt, und bei manchen stellte sich überdies an den grünen Teilen ein Überzug aus Haaren ein. Inwieweit hierbei die Transpiration beteiligt ist, welche im Sonnenlichte viel lebhafter vor sich geht als im Schatten, braucht nicht erörtert zu werden; in letzter Linie sind ja doch diese Veränderungen durch das Sonnenlicht veranlaßt.

Am auffallendsten tritt die Wirkung der grellen Beleuchtung bei einem Vergleiche der in verschiedenen Höhenlagen, aber unter sonst übereinstimmenden Verhältnissen aus den gleichen Samen aufgewachsenen Pflanzenstöcke hervor. In dieser Beziehung sind die Ergebnisse, welche in den Jahren 1875—1880 in meinem Versuchsgarten nahe der Kuppe des Blasers in Tirol in der Seehöhe von 2195 m gewonnen wurden, sehr wichtig, und es sollen daher einige derselben in Kürze mitgeteilt werden. Was zunächst die einjährigen Arten anbelangt, so wurden deren Samen im September ausgesät. Den Winter hindurch waren die Keimbeete des Versuchsgartens von mächtigen Schneelagen (1—1,5 m) bedeckt. Das Keimen der Samen erfolgte im darauffolgenden Jahre bald nach Abschmelzen des Schnees zwischen dem 10. und 25. Juni. Die Entwickelung der Sämlinge fiel demnach in die Zeit des höchsten Sonnenstandes und der längsten Tage, und es waren die jungen Pflanzen einer Temperatur ausgesetzt, welche nicht niedriger, sondern eher etwas höher war als jene, unter deren Einfluß sich die aus den gleichen Samen auf den Versuchsbeeten im Wiener botanischen Garten schon im März bei einer Tageslänge von 12 Stunden zu entwickeln begannen. Durch die vereinzelten Fröste, welche in jedem der sechs Versuchsjahre nicht nur in der letzten Woche des Junis, sondern auch im Laufe des Julis und Augusts eingetreten waren, wurden die Sämlinge mehrerer Arten (z. B. Gilea tricolor, Hyoscyamus albus, Plantago Psyllium, Silene Gallica, Trifolium incarnatum) getötet; an einem Teile aber (z. B. an Agrostema Githago, Centaurea Cyanus, Iberis amara, Lepidium sativum, Satureja hortensis, Senecio vulgaris, Turgenia latifolia, Veronica polita, Viola arvensis) wurde durch diese Fröste nur ein zeitweiliger kurzer Stillstand des Wachstums veranlaßt, und dieselben entfalteten Ende August und Anfang September ihre Blüten. An den Stöcken einiger Arten (z. B. Senecio vulgaris, Veronica polita, Viola arvensis) bildeten sich im September auch noch reife keimfähige Samen aus. Die zur Blüte gelangten Exemplare zeigten im Vergleiche zu jenen, welche während der kurzen Tage des an Nachfrösten reichen Frühjahres auf den Versuchsbeeten in Wien aufgewachsen waren, auffallend verkürzte Stengelglieder. Auch war die Zahl dieser Glieder verringert, oder besser gesagt, es kamen deren weniger zur Entwickelung. Wenn z. B. an einer Wiener Versuchspflanze 10 Stengelglieder ausgebildet wurden, beschränkte sich die entsprechende Pflanze des alpinen Versuchsgartens auf 5—6 derselben. Damit stand auch die Entwickelung der Blüten im Zusammenhange. Während an Viola arvensis auf dem Versuchsbeete in Wien die Achselknospen der Laubblätter 1—6 unterdrückt waren und erst aus jenen des 7. und 8. Laubblattes Blüten hervorgingen, entwickelten sich an derselben Art im alpinen Versuchsgarten schon aus den Achselknospen des 3. und 4. Laubblattes Blüten. Die Zahl der Blüten eines Stockes war geringer, die Blumenblätter waren durchschnittlich kleiner, und in der Hauptsache machten demnach die Stöcke der einjährigen Pflanzen in dem alpinen Versuchsgarten denselben Eindruck, wie die in der Ebene auf trockenem Sandboden gewachsenen, von welchen auf S. 493 die Rede war. Daß ein Teil der Arten, welche im Thale und in der Ebene einjährig sind, in dem alpinen Versuchsgarten im Herbste nicht abstarben, sondern sich den Winter hindurch erhielten und im nächsten Jahre aus dem untersten Teile des Stengels neue Sprosse entwickelten, wurde bereits auf S. 448 erzählt.

Als Beispiel für zweijährige, in betreff der Veränderungen in der alpinen Region geprüfte Arten möge Libanotis montana erwähnt sein. Ihr Stengel wurde im alpinen

Versuchsgarten 16—24 cm hoch und entwickelte 5 Glieder, welche 2—5 cm lang waren. Aus den Achseln der 5 mit grünen Spreiten versehenen Stengelblätter entsprangen Seitenäste, welche sich aber nicht verzweigten und nur mit einer einzigen Dolde abschlossen, so daß also der ganze Stock nur fünf Dolden trug. Die aus den gleichen Samen auf dem Versuchsbeete des Wiener botanischen Gartens gewachsenen Stöcke zeigten einen über 1 m hohen Stengel mit 10 Gliedern, die eine Länge von 10—20 cm hatten. Aus den Achseln der unteren Stengelblätter erhoben sich keine Seitenäste. Die aus den Achseln der mittleren und oberen Stengelblätter entspringenden Seitenäste waren verzweigt und trugen mehrere Dolden. Im Mittel belief sich die Zahl der Dolden eines Stockes auf 20.

Von ausdauernden Pflanzen wurden in dem alpinen Versuchsgarten über 300 Arten gezogen. Aber nur 32 gelangten zur Blüte. Diejenigen, deren Blüten sich vor den Laubblättern zu entfalten pflegen, standen schon Anfang Juli in vollem Flor; die anderen, welche zunächst einen belaubten Stengel aufbauen müssen, bevor ihre Blüten entweder am Gipfel oder in den Achseln der Blätter dieses Stengels zum Vorscheine kommen, blühten erst Ende August und Anfang September auf. Von diesen letzteren sollen hier drei Arten besonders vorgeführt sein; eine Art, deren Stengel nur ein einziges Blatt trägt und von einer einzigen Blüte abgeschlossen ist (Parnassia palustris), eine Art, deren Stengel mit dekussierten Blättern besetzt ist und mit einem lockeren, aus kleinen Trugdolden zusammengesetzten Blütenstand abschließt (Lychnis Viscaria), und eine Art, deren Stengel abwechselnd gestellte Blätter trägt und deren Blüten in Köpfchen vereinigt sind (Pyrethrum corymbosum).

Das Studentenröschen (Parnassia palustris) aus dem alpinen Versuchsgarten zeigte im Vergleiche zu den im Versuchsbeete des Wiener botanischen Gartens gezogenen Stöcken folgende Abmessungen:

	Botanischer Garten in Wien:	Versuchsgarten auf dem Blaser:
Höhe des Stengels	20—27 cm	5—9 cm
Stengelblatt	3,3 cm lang, 2,4 cm breit	1,0 cm lang, 0,6 cm breit
Blütendurchmesser	2,8—3,4 cm	1,8—2,0 cm

Die Stengel wurden demnach in der alpinen Region nur $^1/_8$—$^1/_4$ so hoch und die Blätter nur $^1/_3$—$^1/_4$ so groß wie in Wien, und auch die Blüten zeigten in der alpinen Region einen bedeutend kleineren Durchmesser wie in Wien.

Die zwitterblütigen Stöcke der Klebnelke (Lychnis Viscaria) in dem Versuchsgarten des Blasers ergaben bei einem Vergleiche mit den zwitterblütigen Stöcken derselben Art im Wiener botanischen Garten:

	Botanischer Garten in Wien:	Versuchsgarten auf dem Blaser:
Höhe des Stengels, inbegriffen die Spindel des Blütenstandes	400—450 mm	230—240 mm
Untere Stengelblätter	80 mm lang, 4 mm breit	50 mm lang, 3 mm breit
Blütenstand	80 " " 50 " "	60 " " 40 " "
Kelch	15 " " 6,5 " "	13,5 " " 5 " "
Platte der Blumenblätter . .	10 " " 8 " "	8 " " 6,8 " "
Nagel der Blumenblätter . . .	8 mm lang	7 mm lang.

Die Stöcke des alpinen Versuchsgartens zeigten demnach im Vergleiche zu den Stöcken des Wiener botanischen Gartens kleinere Abmessungen des Stengels, der Blätter und der Blüten. Außerdem war noch folgendes zu bemerken. Die Zahl der Stengelglieder betrug bei den Stöcken des Wiener botanischen Gartens 9, wovon 5 auf die Spindel des Blütenstandes kamen, jede Trugdolde entwickelte 3—5 Blüten, und der ganze Blütenstand trug 33—40 Blüten. An den Stöcken aus dem alpinen Versuchsgarten betrug die Zahl der Stengelglieder nur 6—7, wovon 3 auf die Spindel des Blütenstandes kamen; die Trugdolden, aus welchen sich der Blütenstand zusammensetzte, waren nur zum geringen Teile

dreiblütig; in den meisten derselben war nur die Mittelblüte zur Entwickelung gelangt und die beiden seitlichen unterdrückt. Der ganze Blütenstand umfaßte nur 5—11 Blüten.

Die Stöcke des doldentraubigen Bertrams (Pyrethrum corymbosum) aus dem alpinen Versuchsgarten, verglichen mit jenen aus dem Wiener botanischen Garten (alle den gleichen Samen entstammend), ergaben folgende Verschiedenheiten:

	Botanischer Garten in Wien:	Versuchsgarten auf dem Blaser:
Höhe des Stengels	950 mm	250 mm
Mittlere Stengelblätter.	170 mm lang, 50 mm breit	45—50 mm lang, 20 mm breit
Durchmesser der strahlenden Köpfchen	26 mm	20 mm
Strahlenblüten	8 mm lang, 4 mm breit	7 mm lang, 3 mm breit.

Auch in diesem Falle zeigten die Stöcke aus dem alpinen Versuchsgarten im Vergleiche mit jenen des Wiener botanischen Gartens kleinere Abmessungen des Stengels, der Blätter und der Blüten. Die Abschnitte der Laubblätter in der Mittelhöhe des Stengels waren an den Stöcken des alpinen Versuchsgartens fiederspaltig, und die Fiederchen waren entweder ganzrandig oder vorn an beiden Seiten mit je zwei Zähnen besetzt. Der Stengel war mit 10 Laubblättern bekleidet, von welchen die 4 obersten, welche stark verkleinert waren, Deckblätter für die aus ihren Achseln hervorgehenden Seitenachsen bildeten. Diese Seitenachsen waren nicht verzweigt, und jede derselben trug nur einen köpfchenförmigen Blütenstand. Die Gesamtzahl der Köpfchen betrug 5. An den Stöcken des Wiener botanischen Gartens waren die Abschnitte der Laubblätter in der Mittelhöhe des Stengels mehr zerschnitten, die Fiederchen waren vorn an jeder Seite mit 3—5 Zähnen besetzt. Der Stengel trug 25—27 Laubblätter, von welchen die 6—8 obersten, welche stark verkleinert waren, Deckblätter für die aus ihren Achseln hervorgehenden Seitenachsen bildeten. Diese Seitenachsen waren verzweigt, und jeder Zweig war von einem köpfchenförmigen Blütenstande abgeschlossen. Die Gesamtzahl der Köpfchen betrug 20—30.

Aus diesen Beispielen geht hervor, daß alle Teile an den im alpinen Versuchsgarten gewachsenen Pflanzen in ihrem Wachstum sehr beschränkt waren. Die Laub- und Blütenblätter waren kleiner, die Stengel kürzer, die Zahl der Stengelglieder, Laubblätter, Blütenstände und Blüten war vermindert. Die Blüten erschienen verhältnismäßig näher über den Boden gestellt, was nicht nur durch die verminderte Zahl und Länge der Stengelglieder, sondern vorzüglich dadurch veranlaßt war, daß die Blüten schon aus den Achseln der unteren Stengelblätter entsprangen.

Durch diese Veränderungen, welche vorzüglich dem auf die wachsenden Pflanzen Einfluß nehmenden grellen und langdauernden täglichen Lichtreiz des Junis, Julis und Augusts zuzuschreiben sind, wird für die betreffenden Pflanzen in der alpinen Region ein großer Vorteil erreicht. Würden diese Pflanzen einen ebenso mächtigen Unterbau aufführen, wie ihre Artgenossen in dem um 2015 m tiefer gelegenen Gelände des Wiener botanischen Gartens, so ginge damit viel Zeit verloren, und die Entfaltung der ersten Blüten könnte kaum früher als im Oktober erfolgen, also zu einer Zeit, in der schon wieder Winterschnee einfällt. Dadurch, daß die Zahl der Stockwerke, beziehentlich der Stengelglieder beschränkt wird, und daß schon in den tieferen Stockwerken Blüten ausgebildet werden, ist es möglich, daß die Pflanzen in der alpinen Region schon Ende August und Anfang September aufblühen und es vielleicht zum Ausreifen der Früchte bringen, was ja doch eines der wichtigsten Ziele des Pflanzenlebens ist. Diese Veränderung in der Entwickelung bedingt zum Teile auch die schon wiederholt besprochene Erscheinung, daß viele Pflanzen in der alpinen Region verhältnismäßig früher aufblühen als in den tiefer liegenden Regionen. Doch muß hier zur Vermeidung von Mißverständnissen ausdrücklich bemerkt werden, daß bei keiner einzigen der 32 ausdauernden Arten und ebensowenig bei den zweijährigen und einjährigen

Arten, welche in dem alpinen Versuchsgarten zum Blühen gelangten, das frühere Aufblühen erblich wurde, und daß sie sich dadurch von den sogenannten asyngamischen Arten, auf welche später noch die Rede kommen wird, wesentlich unterscheiden.

Die Beziehungen des Lichtes zu den Farbstoffen der Pflanzen waren wiederholt Gegenstand sorgfältiger Untersuchungen. Alle Beobachter stimmen darin überein, daß die Menge des unter dem Namen Antokyan bekannten Farbstoffes mit der stärkeren oder schwächeren Besonnung der betreffenden Pflanzenteile zunimmt und abnimmt, daß auch der gelbe Farbstoff in den Blüten ein ähnliches Verhalten zeigt, daß aber das Chlorophyll in den nicht entsprechend geschützten Pflanzen durch grelles Licht zerstört wird, und daß dann die grünen Gewebe verbleichen und eine gelbliche Farbe annehmen. Bei dem Umstande, daß in den Gebirgsgegenden mit zunehmender Höhe die Intensität der Sonnenstrahlung wächst (s. Band I, S. 490), steht zu erwarten, daß an den Pflanzen in hohen Gebirgslagen die erwähnten Wirkungen des Lichtes in besonders ausgeprägter Weise hervortreten werden. Und so ist es auch in der Thal. Die Blüten der im alpinen Versuchsgarten auf dem Blaser in der Seehöhe von 2195 m gezogenen Arten zeigten durchgehends gesättigte Blütenfarben, und mehrere waren im Vergleiche zu den Blüten der auf den Versuchsbeeten des Wiener botanischen Gartens gezogenen entschieden dunkler gefärbt. Als besonders auffallend mögen in dieser Beziehung Agrostema Githago, Campanula pusilla, Dianthus inodorus (silvestris), Gypsophila repens, Lotus corniculatus, Saponaria ocymoides, Satureja hortensis, Taraxacum officinale, Vicia Cracca und Vicia sepium genannt sein. Mehrere Arten, welche im Wiener botanischen Garten reinweiße Blumenblätter ausbildeten, wie z. B. Libanotis montana, zeigten in dem alpinen Versuchsgarten eine von Anthokyan herrührende rotviolette Färbung an der unteren Seite der genannten Blätter. Die Spelzen aller jener Gräser, welche in der Niederung grün waren oder nur einen schwachen Anhauch von Violett wahrnehmen ließen, färbten sich in dem alpinen Versuchsgarten dunkel braunviolett. Besonders augenfällig trat die reichliche Ausbildung des Anthokyans in dem grünen Gewebe der Laubblätter und Kelchblätter sowie der Stengel hervor. Die Blätter der Fettkräuter Sedum acre, album und sexangulare hatten eine purpurrote, jene des Dracocephalum Ruyschianum und Leucanthemum vulgare eine violette, jene der Lychnis Viscaria und Satureja hortensis eine braunrote Farbe angenommen, und die Laubblätter der Bergenia crassifolia und Potentilla Tiroliensis zeigten schon im August jene scharlachrote Farbe, welche sie im Thale an sonnigen Plätzen im Spätherbste anzunehmen pflegen. Ich kann nicht unterlassen, hier die Bemerkung einzuschalten, daß zufolge der Mitteilungen befreundeter Zoologen auch manche Tiere, namentlich Spinnen und Schnecken, welche von der Ebene bis auf das Hochgebirge verbreitet sind, in der alpinen Region dunklere Farben aufweisen.

Eine nicht unbedeutende Zahl von Pflanzenarten, zumal solche, welche im Thale an schattigen oder halbschattigen Plätzen wachsen, wie z. B. Arabis procurrens, Digitalis ochroleuca, Geum urbanum, Orobus vernus, Valeriana Phu und simplicifolia, Viola cucullata, zeigten im alpinen Versuchsgarten, wo sie dem vollen Sonnenscheine ausgesetzt waren, mehr oder weniger vergilbte Blätter. Daß auch der Lein (Linum usitatissimum), welcher doch noch in den Gebirgsthälern bei 1500 m Seehöhe auf sonnigen Feldern gedeiht und dort keine Schädigung des Chlorophylls erfährt, in dem alpinen Versuchsgarten bei 2195 m vergilbte, wurde bereits in Band I, S. 365 erwähnt.

An diese übersichtliche Zusammenstellung der durch Kulturversuche ermittelten Veränderungen der Pflanzengestalt knüpft sich naturgemäß eine Reihe wichtiger Erwägungen. Zunächst ist an dem Ergebnisse festzuhalten, daß an den Pflanzen zweierlei Merkmale zur Beobachtung kommen, solche, welche Folgen bestimmter Zustände und Eigenschaften des

Bodens und Klimas sind, und solche, welche unabhängig von diesen äußeren Einflüssen auftreten. Diese Unterscheidung ist von so großer Tragweite, daß es zweckmäßig erscheint, sie durch ein paar Beispiele zu erläutern. Die Seerose Nymphaea alba entwickelt Niederblätter von eiförmigem oder lanzettlichem Umrisse, an welchen eine Gliederung in Stiel und Spreite nicht zu bemerken ist. Ihre Mittelblätter gliedern sich dagegen in einen runden Stiel und in eine scheibenförmige Spreite. Diese Merkmale treten unter allen Umständen hervor, gleichgültig, ob der Same des betreffenden Stockes im Grunde eines tiefen Wassertümpels oder im Schlamme einer sumpfigen Wiese gekeimt hat. Auf der sumpfigen Wiese bleiben die Niederblätter kurz, und die Wände ihrer Oberhautzellen verdicken sich in auffallender Weise, die Stiele der Mittelblätter, welche von Luft umspült sind, werden ungefähr spannenlang; zur Erhöhung ihrer Biegungsfestigkeit entsteht eine mächtige Lage von Bast, und die Dicke der mit diesem Baste ausgestatteten Stränge beträgt 0,17 mm; die Wandungen der Oberhautzellen verdicken sich, unter der Oberhaut bilden sich 5—9 Lagen von Kollenchymzellen aus, deren Wände 0,007 mm dick sind, und die Luftkanäle in der Mitte des Blattstieles sind sehr verengert. Wenn aber dieselbe Seerosenart unter einer mächtigen Wasserschicht aufsproßt, so verlängern sich die Niederblätter zu langen, schlaffen Bändern, und die Stiele der Mittelblätter wachsen so lange fort, bis die von ihnen getragenen Spreiten auf den Wasserspiegel zu liegen kommen. Je nach der Mächtigkeit der Wasserschicht erreichen sie die Länge von 30, 40, 50—100 cm. Die Biegungsfestigkeit der von Wasser umfluteten Blattstiele ist nur wenig in Anspruch genommen, der Bast ist daher nur wenig entwickelt, die Stränge, welche den Blattstiel durchziehen, sind nur 0,11 mm dick, die Wandungen der Oberhautzellen sind nur halb so dick, wie an dem von Luft umfluteten Blattstiele, unter der Oberhaut entstehen nur 3—5 Lagen von Kollenchymzellen, und die Luftkanäle in der Mitte des Blattstieles zeigen einen Durchmesser von über einen halben Millimeter. Diese Blattstiele sind daher schlaff und nicht im stande, außer Wasser die Blattspreite zu tragen. Die allgemeine Form der Nieder- und Mittelblätter, die Gliederung der letzteren in Stiel und Spreite, der Zuschnitt und die Berandung der Spreite sowie die Verteilung der Stränge in denselben ergeben sich aus innerer Notwendigkeit und sind durch die spezifische Konstitution des Protoplasmas bedingt, aber die Dicke der Oberhautzellen, die Mächtigkeit des mechanischen Gewebes und die Länge der Blattstiele werden durch den Grad der Wasserbedeckung bestimmt. In ähnlicher Weise verhält es sich mit den Blüten der Seerose. Der Aufbau derselben hängt von der spezifischen Konstitution des Protoplasmas ab, dagegen wird die Größe der Blumenblätter durch die Temperatur des Wassers bestimmt.

Das Rispengras Poa annua zeigt ein rasiges Wachstum; seine Halme und Blattscheiden sind stielrund, die Blattspreite ist von 7 Strängen durchzogen, die unteren Äste der Blütenrispe sind einzeln oder gepaart, aber niemals halbquirlig, die Ährchen der Rispe sind stark zusammengedrückt und von eiförmigem Umrisse. Diese Merkmale sind unveränderlich und werden unter allen Umständen an Poa annna beobachtet. Wenn sich aber in den Gemüsegärten der Niederung die Halme vom Boden erheben und über das oberste kurze Blatt hinauswachsen, die Ährchen 6—7blütig werden und eine blasse grünliche Farbe annehmen, oder wenn in der Alpenregion die Stöcke ausdauernd werden, die Halme sich auf den Boden hinstrecken und so kurz bleiben, daß sie über das oberste Laubblatt nicht hinausragen, die Ährchen nur 3—4 Blüten entwickeln und die Spelzen derselben am Rücken eine dunkelviolette, am Rande eine bräunlichgelbe Farbe annehmen, so stehen diese Veränderungen zu den Eigentümlichkeiten des Standortes in der Tiefebene und in der alpinen Region in dem Verhältnisse von Wirkung zur Ursache und sind dem an den genannten Standorten in verschiedener Weise sich geltend machenden Einflüssen der Wärme, des Lichtes und der Feuchtigkeit zuzuschreiben.

Diese Veränderungen vollziehen sich stets zum Vorteile der Pflanze. Sie machen das betreffende Individuum widerstandsfähiger, unterstützen und schützen dessen Organe bei ihrer Thätigkeit und ermöglichen die rechtzeitige Arbeitsleistung der einzelnen Teile trotz der notwendig gewordenen geänderten Lebensführung. Sie haben augenscheinlich die Aufgabe, die Pflanze unter sehr abweichenden Lebensbedingungen lebendig zu erhalten, mit dem Aufwande möglichst geringer Mittel das Wachstum, die Ablegerbildung und Fruchtbildung möglich zu machen und können insofern unbedenklich als Anpassungen an die besonderen Verhältnisse des Bodens und Klimas aufgefaßt werden.

Die Fähigkeit zu dieser Anpassung ist allerdings in der spezifischen Konstitution des Protoplasmas begründet und zeigt bei den verschiedenen Arten große Verschiedenheiten. Die eine Art vermag sich dem Einflusse des grellen Lichtes, der Wasserbedeckung, der trockenen Luft 2c. durch entsprechende Veränderungen anzupassen, die andere nicht. Vermöchte das Protoplasma der Leinpflanze (Linum usitatissimum) in dem grünen Gewebe ebenso reichlich Anthokyan zu erzeugen, wie das Pfefferkraut (Satureja hortensis), so würde diese Pflanze dem Einflusse der starken Lichtwirkung in der alpinen Region nicht erliegen, sondern gleich dem Pfefferkraute dort blühen und Früchte reifen können. Wäre das Protoplasma des gewöhnlichen Straußgrases (Agrostis vulgaris) befähigt, auch unter Wasser seine bauende Thätigkeit zu entfalten, dann würde diese Pflanze, sobald sie unter Wasser gesetzt wird, nicht absterben, sondern gleich dem ausläufertreibenden Straußgrase (Agrostis stolonifera) sich mit grünen, im Wasser flutenden Halmen und Blättern erhalten. Mit kurzen Worten: Die Anpassung bewegt sich bei jeder Art innerhalb bestimmter Grenzen, welche in der spezifischen Konstitution des Protoplasmas begründet sind und nicht überschritten werden können.

Von großer Bedeutung für die Geschichte der Arten ist die Frage, ob die durch den Wechsel des Bodens und Klimas bewirkten Veränderungen sich in der Nachkommenschaft erhalten, ob sie erblich werden können. Diese Frage kann natürlich nur durch Versuche gelöst werden und zwar durch Versuche, bei welchen auf alle möglichen Fehlerquellen Rücksicht genommen wird. Die letztere Bemerkung ist nicht ohne Absicht an diese Stelle gesetzt. Der Fehlerquellen sind nämlich bei solchen Versuchen sehr viele! Zwei derselben möchte ich mit Rücksicht auf den Umstand, daß meine eigenen in den Jahren 1863 und 1864 ausgeführten einschlägigen Versuche durch dieselben getrübt wurden, hier in Kürze besprechen. Es genügt nicht, daß man die Vorsicht gebraucht, bei den Aussaaten in die zum Vergleiche entsprechend zubereiteten Versuchsbeete stets nur die Samen von einem Stocke zu benutzen; es muß auch Sorge getragen werden, daß der Samenbildung bei diesem Stocke nicht etwa eine zweiartige Kreuzung der Blüten vorausging. Aus den Samen, welche im Jahre 1863 von einem im Innsbrucker botanischen Garten gepflegten Stocke des Dianthus alpinus abgenommen und in zwei Versuchsbeete mit verschiedenen Erdmischungen gelegt wurden, entwickelten sich auf der kalkfreien Erde einige Stöcke, welche in ihrer äußeren Erscheinung Anklänge an den Dianthus deltoides erkennen ließen, und es schien so, als würde sich der als kalkstet geltende Dianthus alpinus auf dem kalklosen Boden in Dianthus deltoides umwandeln. Die Samen des dem Dianthus deltoides genäherten Stockes wurden nun neuerdings in kalkfreie Erde ausgesät, aber die aus diesen Samen hervorgegangenen Stöcke zeigten keine weitere Annäherung zu Dianthus deltoides; sie hatten sich in allen ihren Merkmalen beständig gezeigt. Es wurde nun der ganze Versuch mit Dianthus alpinus von Anfang an wiederholt, aber diesmal hatte sich auf dem kalklosen Lehmboden der Dianthus alpinus nicht umgewandelt, und es drängte sich daher die Mutmaßung auf, daß die für eine Umwandlungsstufe des Dianthus alpinus in Dianthus deltoides gehaltene Pflanze ein Bastart aus diesen beiden Arten war. Um hierüber Gewißheit zu erlangen, wurde

künstlich eine Kreuzung der beiden Arten eingeleitet. Aus den Samen, welche das Ergebnis dieser Kreuzung waren, erwuchsen nun in der That Stöcke, welche den für Umwandlungsstufen gehaltenen vollständig glichen, und es konnte nun kein Zweifel mehr darüber herrschen, daß einige Narben an jenem Stocke des Dianthus alpinus, welcher das erste Mal die Samen zu den Versuchen geliefert hatte, durch Insekten mit dem Pollen von Dianthus deltoides belegt worden waren.

Häufig erfolgt die Täuschung auch dadurch, daß bei vielen Gewächsen die Jugendzustände von den ausgewachsenen Stöcken sehr abweichen. Die jungen Birken, welche aus den Samen der Betula verrucosa hervorgehen, tragen Blätter, welche einfach gesägt, dicht behaart und wie Samt anzufühlen sind. Dieselben sehen den Blättern der erwachsenen Stöcke von Betula alba oder pubescens täuschend ähnlich. Die Blätter der erwachsenen Bäume von Betula verrucosa erhalten dagegen eine ganz andere Form; sie erscheinen doppelt gesägt, sind kahl und fühlen sich starr und spröde an. Nur diese werden in den botanischen Werken als bezeichnend für Betula verrucosa beschrieben. Wer nun die Samen eines erwachsenen Baumes der Betula verrucosa aussät und aus diesen Samen Pflanzen hervorgehen sieht, welche eine andere Gestalt und Behaarung der Blätter zeigen, kommt leicht auf die Idee, es sei eine tiefgreifende wesentliche Umwandlung erfolgt, und er wird versucht, diese Umwandlung als unmittelbare Wirkung eines Wechsels äußerer Einflüsse anzusehen.

Daß auf diese Fehlerquellen und Täuschungen, welche bei den vor 27 Jahren von mir ausgeführten Versuchen ins Spiel gekommen waren, späterhin entsprechend Rücksicht genommen wurde, braucht nicht besonders versichert zu werden. Bei diesen späteren Versuchen, namentlich bei jenen, welche durch 6 Jahre in dem alpinen Versuchsgarten auf dem Blaser (2195 m) und zum Vergleiche in dem Garten bei meiner Villa Marilaun in dem hoch gelegenen tirolischen Gschnitzthale (1215 m), im botanischen Garten in Innsbruck (569 m) und im botanischen Garten der Wiener Universität (180 m) ausgeführt wurden, ergab sich in keinem Falle eine die Gestalt und Farbe dauernd verändernde Umwandlung. Wurden die im Thale geernteten Samen eines Stockes in der alpinen Region ausgesät, so traten an den dort aufgekeimten Pflanzen jene Veränderungen ein, welche im Vorhergehenden geschildert wurden. Diese Veränderungen zeigten sich auch an der Nachkommenschaft dieser Pflanzen, aber nur dann, wenn sie an derselben Stätte gezogen wurde, wo die Eltern gestanden hatten. Sobald die in der alpinen Region ausgebildeten Samen wieder auf den Versuchsbeeten des Innsbrucker oder Wiener botanischen Gartens ausgesät wurden, nahmen die aus denselben hervorgehenden Pflanzen sofort wieder die Gestalt und Farbe an, welche diesem Standorte entsprach. Die durch den Wechsel des Bodens und Klimas bewirkten Veränderungen der Gestalt und Farbe erhalten sich demnach nicht in der Nachkommenschaft; die Merkmale, welche als Ausdruck dieser Veränderungen in Erscheinung treten, sind nicht beständig, und die betreffenden Individuen sind demnach als Varietäten anzusehen, von welchen Linné in seiner „Philosophia botanica“ sagt: „Varietates tot sunt quot differentes plantae ex ejusdem speciei semina sunt productae. Varietas est planta mutata a causa accidentali: climate, solo, calore, ventis etc.; reducitur itaque in solo mutato.“

Der Einfluß der Verstümmelung auf die Gestalt der Pflanzen.

Wenn in einem Holzschlage Birken und Fichten nebeneinander aufwachsen und nach ein paar Jahrzehnten die Kronen der Birken über die Wipfel der Fichten zu stehen kommen, so ist das Wachstum der letzteren arg gefährdet. Bei jedem lebhaften Winde schlagen die

rutenförmigen Zweige der Birke auf die Gipfeltriebe der Fichten; diese welken und sterben unter den oft wiederholten Rutenschlägen allmählich ab. Sollte sich ein Seitenzweig der Fichte emporrichten, um an Stelle des abgestorbenen Gipfels die senkrecht emporwachsende Hauptachse des Bäumchens zu bilden, so wird auch dieser alsbald wieder zu Tode gepeitscht. Der Wipfel des Fichtenbäumchens ist ein für allemal verstümmelt und läßt diese Verstümmelung noch nach Jahren, selbst dann, wenn vielleicht die auf ihn so nachteilig wirkenden Birken längst gefallen sind, durch eine von der gewöhnlichen sehr abweichende stumpfe Gestalt der Krone erkennen. Auch noch viele andere Bäume führen miteinander derartige Gefechte, deren Ergebnis jedesmal die Verstümmelung und Veränderung der Kronengestalt eines der Bäume ist. Die Ahorne z. B. werden durch die langen, dornigen Äste der Gleditschie (Gleditschia triacanthos) entweder ganz aus dem Felde geschlagen oder erhalten infolge der Vernichtung der gegen die Gleditschie gewendeten Zweige eine einseitige Krone.

Wie sich das Aussehen der Fichte, Lärche, Buche und des Heidekrautes durch die Angriffe der Wiederkäuer, zumal der Ziegen, verändert, wurde in Band I, S. 414 geschildert, und es sei hier bemerkt, daß häufig auch die Kiefern und Wachholder in dieser Weise verstümmelt werden. Die Verstümmelung hat in diesen Fällen zur Folge, daß sich aus den Knospen an der Basis der abgebissenen Zweige im nächsten Jahre Seitenzweige entwickeln, welche sonst nicht zur Entwickelung gekommen sein würden. Im übrigen ist eine Veränderung an den verstümmelten Stöcken nicht wahrzunehmen. Viel tiefgreifender sind die Folgen, wenn durch Schneedruck und Stürme die Bäume nahe dem Boden abgebrochen werden, wenn dem Beile des Holzhauers die Stämme des Waldes und der Sense des Mähers die auf der Wiese stehenden Stämmchen junger Bäume und Sträucher zum Opfer fallen, wenn durch einen Nachtfrost im Frühlinge alle jungen Sprosse erfrieren oder wenn durch Raupen sämtliche Blätter abgefressen werden und die Zweige wie im Winter entlaubt in die Lüfte ragen. In diesen Fällen kommen entweder aus den „schlafenden Augen“ des Stammes oder aus den Reserveknospen der Äste und Zweige, oder endlich aus Knospen, welche an den Wurzeln unter der Erde angelegt werden, neue Sprosse zum Vorscheine. Die Blätter dieser unter dem Namen Loden bekannten Sprosse weichen von jenen der abgebrochenen, abgefressenen, abgeschnittenen oder erfrorenen Zweige in sehr auffallender Weise ab. Die Blätter aus der Krone der Espe (Populus tremula) sind im ausgewachsenen Zustande starr und kahl, die von einem langen Stiele getragene Spreite ist kreisrund und am Rande grob gekerbt und wellig. Die in der Spreite verlaufenden Seitenstränge lösen sich gegen den Rand zu in ein Netz auf, in welchem nirgends kräftige, bogenförmige Verbindungen hervortreten. Die Blätter der aus der Basis eines verstümmelten Stammes oder aus den Wurzeln hervorbrechenden Loden sind weich und beiderseits mit kurzen Flaumhaaren dicht bedeckt; die von kurzen Stielen getragene Spreite ist herzförmig und am Rande mit zahlreichen nach vorne gerichteten Kerbzähnen besetzt. Die in der Spreite verlaufenden Seitenstränge lösen sich gegen den Rand zu in ein Netz auf, in welchem kräftige, bogenförmige Verbindungen deutlich hervortreten. Die Blätter aus der Krone der Stieleiche (Quercus pedunculata) sind tief ausgebuchtet und an der Basis mit zwei sogenannten Öhrchen versehen; jene der Loden sind ganzrandig oder kaum gelappt und an der Basis nicht geöhrlt. An der Rotbuche (Fagus silvatica) erscheinen die Blätter der Loden am Rande mehr oder weniger deutlich gesägt, während jene an den Zweigen der Krone ganzrandig sind. An dem schwarzen Maulbeerbaume (Morus nigra) und an dem Papier-Maulbeerbaume (Broussonetia papyrifera) sind die Blätter der Loden in der mannigfachsten Weise ausgebuchtet und mehr oder weniger tief gelappt, jene der Baumkrone dagegen herzförmig, am Rande gekerbt, aber nicht gelappt. Die Blätter an den Loden der warzigen Birke (Betula verrucosa) sind einfach gesägt und samtig behaart, jene an den Zweigen der Krone erscheinen doppelt gesägt

und kahl. Die Blätter an den Loden der geöhrlten Weide (Salix aurita) sind kahl, breit eiförmig, ziemlich glatt, und die Stränge in der Spreite bilden ein weitmaschiges Netz; die Blätter an den nicht verstümmelten Zweigen dieses Strauches sind im vorderen Drittel verbreitert, grau behaart, stark gerunzelt, und die Stränge in der Spreite bilden ein engmaschiges Netzwerk. An der rosmarinblätterigen Weide (Salix rosmarinifolia) sind die Blätter der Loden doppelt bis dreifach so breit als jene der nicht verstümmelten Zweige; auch sind sie kahl, während jene der nicht verstümmelten Zweige seidenhaarig und silberglänzend sind. So ließen sich noch Hunderte von Bäumen und Sträuchern aufführen, an welchen die Verschiedenheit der Laubblätter an den Loden und an den Zweigen der nicht verstümmelten Krone ersichtlich ist. Es genügen aber die wenigen genannten Beispiele, und nur der Spitzahorn (Acer platanoides) soll noch erwähnt werden, weil an den Abbildungen desselben in Band I gezeigt werden kann, welche Bedeutung dieser Verschiedenheit der Laubblätter eigentlich zukommt. Die Laubblätter aus der Krone des Spitzahorns (s. Abbildung, Band I, S. 386 und 389) sind langgestielt, die Spreite derselben ist 5—7lappig, die einzelnen Lappen sind kurz und mit mehreren lang ausgezogenen, spitzen Zähnen besetzt; die Laubblätter der Loden sind dagegen bei diesem Ahorne kurzgestielt, die Spreite ist seicht dreilappig, jeder Lappen dreieckig und ohne verlängerte spitze Zähne. Diese Blätter der Loden gleichen vollständig den untersten Laubblättern des Spitzahorns, welche die Abbildung in Band I, S. 10, Fig. 3 aufweist. Dasselbe gilt nun auch von den Blättern an den Loden der anderen Holzpflanzen. Die aus Reserveknospen, schlafenden Augen und dergleichen hervorgehenden Triebe wiederholen gewissermaßen den Anfang des Sproßblattstammes, und es ist demnach die Erscheinung nichts anderes als die gewöhnliche Metamorphose der Laubblätter. Bei den Holzgewächsen mutet diese Verschiedenheit der älteren und jüngeren, beziehentlich der unteren und oberen Laubblätter den Beschauer nur darum etwas befremdlich an, weil man die zweierlei Blattformen nicht gleichzeitig an einem und demselben Stocke zu sehen gewohnt ist. Wenn die Laubkrone eines Baumes ihre Ausbildung erreicht hat, sind die ersten, ältesten Laubblätter, welche das jugendliche Bäumchen schmückten, längst nicht mehr vorhanden. Die beschreibenden Botaniker nehmen aber gewöhnlich nur auf die Laubblätter der ausgewachsenen Bäume und Sträucher Rücksicht; viele derselben haben die ersten Laubblätter der verbreitetsten Gehölze kaum jemals gesehen, und wenn ihnen gelegentlich einmal ein solches Blatt zu Gesicht kommt, halten sie es für eine außerordentliche Erscheinung, erklären die Sprosse mit den ungewöhnlichen Blättern für „Knospenvariationen“ und knüpfen an deren Auftreten gewagte und verwirrende Hypothesen. Die in Rede stehende Gestaltänderung hat aber mit der Bildung von Varietäten nichts zu thun; denn sie ist weder von dem Einflusse des Bodens noch von den Einwirkungen des Klimas abhängig. Auch erhält sich die Form, welche die Blätter der Loden zeigen, nicht an den aus den Loden weiterhin hervorgehenden Sprossen. Diese sind vielmehr gerade so wie die über der Basis des Sproßblattstammes folgenden Sprosse wieder mit dem Laube geschmückt, welches den Zweigen der Krone bei dem betreffenden Baume oder Strauche zukommt.

Was hier von den Laubblättern der Holzpflanzen gesagt ist, gilt auch von den Veränderungen, welche die Hochblätter dieser Pflanzen infolge von Verstümmelung der Zweige erfahren. Wenn Weidenzweige, an deren unterer Hälfte bereits die Knospen von Blütenkätzchen angelegt sind, durch Abschneiden ihrer oberen mit Laubknospen besetzten Hälfte verstümmelt werden, so verändern sich die kleinen bleichen Deckblättchen an der Basis der Blütenkätzchen in grüne Laubblätter; auch verlängert sich die Achse, welche diese Blätter trägt, und die Blütenkätzchen bilden dann den Abschluß eines belaubten Sprosses. Manche Weiden, z. B. Salix cinerea und grandifolia, erhalten zwar durch diese Metamorphose

ein von dem gewöhnlichen sehr abweichendes Aussehen; indes schon im darauffolgenden Jahre zeigen die mit Blütenkätzchen besetzten Zweige, vorausgesetzt, daß sie nicht neuerdings verstümmelt wurden, wieder kurze, mit kleinen bleichen Schuppen besetzte Kätzchenstiele.

Die Verstümmelung der krautartigen Pflanzen erfolgt durch die auf Pflanzenkost angewiesenen Tiere, namentlich Insekten und Säugetiere, und in großartigem Maßstabe durch den Menschen beim Abmähen der Wiesen und des Getreides sowie bei den anderen im Interesse der Landwirtschaft notwendigen Eingriffen in die urwüchsige Pflanzendecke. Die Veränderungen, welche diese Verstümmelungen in der Region der Laubblätter zur Folge haben, sind der Hauptsache nach dieselben wie bei den Holzpflanzen. Aus den zurückgebliebenen Stummeln der Stengel entspringen Seitensprosse, deren erste Laubblätter mit den ersten Laubblättern der Keimlinge übereinstimmen. In den meisten Fällen sind diese Laubblätter weniger zerteilt und weniger behaart als die Laubblätter an den Sprossen der nicht verstümmelten Pflanzen und erhalten dadurch ein auffallend anderes Gepräge. In der Blütenregion werden die Folgen der Verstümmelung in zweifacher Richtung ersichtlich, zunächst durch eine Verlängerung der Blütenstiele oder der Seitenachsen, welche von Blütenständen abgeschlossen sind, und dann durch die Verkleinerung der Blumen. Wenn z. B. der mit einem Köpfchen abschließende, in bester Entwickelung begriffene Stengel des unter dem Namen Orakelblume bekannten Chrysanthemum Leucanthemum nahe über dem Boden abgeschnitten wird, so entwickeln sich aus den Achseln der untersten zurückgebliebenen Blätter lange, schlanke Seitenstengel, deren jeder ein Blütenköpfchen trägt. Der Hauptstengel erscheint dann vom Grunde aus verästet, was an den nicht verstümmelten Stöcken niemals der Fall ist. Wird der Stengel des gemeinen Fingerhutes (Digitalis ambigua) ungefähr in der Mittelhöhe, im Frühlinge abgeschnitten, so treiben aus den Achseln der dicht unterhalb der Schnittstelle stehenden Blätter lange Blütentrauben hervor, die Blüten derselben sind aber nahezu um die Hälfte kleiner als jene, welche an dem unverstümmelten Hauptstengel zum Vorscheine gekommen sein würden. Der Stengel der Althaea pallida erhebt sich, wenn er in seiner Entwickelung nicht gestört wird, meterhoch über den Boden und trägt in den Achseln der oberen Blätter kurzgestielte, in Büschel gruppierte Blüten. Wird der Stengel abgestutzt, so sprießen aus den Achseln der zurückgebliebenen Laubblätter Seitenstengel hervor, welche langgestielte kleine Blüten tragen. Besonders lehrreiche Beispiele liefern auch die zwischen dem Getreide wachsenden, einjährigen Feldunkräuter Delphinium Ajacis, Nigella arvensis, Stellera Passerina und dergleichen, deren Hauptstengel bei dem Getreideschnitte abgestutzt werden, und welche dann aus den zurückbleibenden Stummeln verhältnismäßig lange Äste mit kleinen Blüten ausbilden. Wenn von einer krautartigen Pflanze, deren Hauptstengel mit einer langen Traube abschließt, nicht die ganze Blütentraube, sondern nur einzelne Blütenknospen weggenommen werden, und zwar in der Reihenfolge von unten nach oben, und jedesmal kurz bevor sie sich öffnen, so verlängert sich die Traubenspindel ganz außerordentlich, und es kommen am Ende derselben Blütenknospen zur Entwickelung, welche sich beim Unterbleiben der Verstümmelung gewiß nicht entfaltet haben würden. So z. B. verlängert sich die Spindel der Blütentraube des roten Fingerhutes (Digitalis purpurea), welche in der angegebenen Weise verstümmelt wird, um mehr als das Doppelte und entwickelt doppelt so viel Blüten wie es sonst der Fall gewesen wäre. Die letzten und obersten Blüten sind an solchen Trauben aber um die Hälfte kleiner als jene, welche an den nicht verstümmelten Trauben ausgebildet werden.

Hier ist auch der ausdauernden Wiesenpflanzen zu gedenken, welche durch die Verstümmelung bei dem Abmähen angeregt werden, noch in demselben Jahre jene Blütenstengel zu entwickeln, welche sonst erst im darauffolgenden Jahre zur Blüte gekommen sein würden. In den Alpenthälern ist es eine sehr gewöhnliche Erscheinung, daß auf den Wiesen, welche

im Frühsommer gemäht wurden, im Herbste die Blüten der Frühlingspflanzen Anemone vernalis, Geranium silvaticum, Gentiana verna, Polygonum Bistorta, Primula elatior und farinosa, Trollius europaeus 2c. erscheinen. Was an diesen Blüten sofort auffällt, ist ihre Kleinheit. Ihr Durchmesser ist im Vergleiche zu jenem der Frühlingsblüten wenigstens um ein Drittel verringert. Zum Schlusse mag noch an das schon bei anderer Gelegenheit besprochene gärtnerische Kunststück, durch Verstümmelung aus der einjährigen Resedapflanze ausdauernde Stöcke mit verholztem Stamme heranzuziehen (s. S. 448) erinnert werden. Auch der durch Verstümmelung in Verbindung mit Pfropfung hervorgebrachten Zwergsträucher und Zwergbäumchen, namentlich der so überaus fremdartig aussehenden kleinen Epheubäumchen, welche durch Pfropfen blütentragender Zweige des Epheus auf spannenhohe aufrechte Stämme erzeugt werden, und der von den Japanern mit Vorliebe gezogenen zwergigen Koniferen, soll hier gedacht sein

Es ist wiederholt vorgekommen, daß verstümmelte Stöcke von den Gärtnern und beschreibenden Botanikern als andere Arten, Bastarte oder Varietäten erklärt und bezeichnet wurden. Sie sind weder das eine noch das andere. Das eigentümliche Aussehen der infolge von Verstümmelungen veränderten Pflanzenglieder ist bei jeder Art schon im vorhinein genau bestimmt, es ist in der spezifischen Konstitution der Art begründet und gehört also zum Wesen der betreffenden Art. Dasselbe wird auch nicht durch jene äußeren Einflüsse veranlaßt, welche zur Varietätenbildung führen, sondern erfolgt unabhängig von den Einflüssen des Klimas und Bodens aus innerer Notwendigkeit.

Veränderung der Gestalt durch schmarotzende Sporenpflanzen.

Eine namhafte Zahl mittel- und südeuropäischer Bäume und Sträucher trägt auf einzelnen Ästen struppige, vielverzweigte Gebilde, welche, von ferne gesehen, großen Vogelnestern oder Besen ähnlich sehen, und die der Volksmund mit dem Namen „Hexenbesen" belegt hat. Sie gelten als eine Krankheit, von welcher die betreffenden Bäume und Sträucher befallen wurden, und der Name weist darauf hin, daß man ihre Entstehung mit den Hexen in Verbindung brachte. Die Hexen besitzen nach dem Volksglauben die Fähigkeit, Menschen, Tieren und Pflanzen Krankheiten „anzuwünschen", und beim Anblicke der seltsamen, struppigen, krankhaften Gebilde auf den Bäumen mochte sich den Hexengläubigen der Gedanke aufgedrängt haben, daß diese Krankheit von den Hexen veranlaßt wurde, um bei dem Blocksbergritte Besen zur Hand zu haben. Andere Krankheiten von Pflanzen brachte man auf Rechnung außergewöhnlicher Witterungsverhältnisse, zumal lang anhaltenden Regens oder großer Dürre. Es ist noch nicht lange her, seit man zur Einsicht kam, daß als Ursache der meisten Krankheiten, welche die Bäume, Sträucher und Kräuter befallen, Sporenpflanzen zu gelten haben, und daß die Witterungsverhältnisse nur insofern eine Rolle spielen, als sie die Ansiedelung und Entwickelung dieser Sporenpflanzen hemmen oder begünstigen.

Die in Rede stehenden Sporenpflanzen sind durchweg Schmarotzer. Sie nisten sich in das Gewebe ihrer Wirtpflanzen ein und haben früher oder später das Absterben der betroffenen Teile, nicht selten auch den Tod der ganzen Wirtpflanze zur Folge. Das lebendige Protoplasma in den Zellen und Geweben der Wirtpflanze, auf welches der Schmarotzer Einfluß nimmt, erfährt tiefgreifende Veränderungen in seiner Zusammensetzung. Ein Teil der betroffenen Zellen wird ausgesaugt, das lebendige Protoplasma derselben sozusagen aufgezehrt, und solche Zellen sind selbstverständlich dem Untergange geweiht. Ein anderer Teil wird nicht getötet, sondern umgewandelt. Diese Umwandlung betrifft in erster Linie die Konstitution der lebendigen Protoplasten, welche ihre Entwickelung noch nicht abgeschlossen

haben, und ist am besten mit jener Umwandlung flüssiger Stoffe zu vergleichen, welche unter dem Namen Gärung bekannt ist (s. Band I, S. 475). Wie bei der Gärung durch den Einfluß lebendiger Hefezellen die chemische Zusammensetzung der umgebenden Flüssigkeit verändert, die vorhandenen chemischen Verbindungen in derselben erschüttert, zerlegt und gespalten und das Entstehen neuer Verbindungen angeregt wird, so auch hier im Inneren der lebendigen Pflanze im Bereiche eines saftreichen, wachstumsfähigen Gewebes, beziehentlich eines Verbandes von Protoplasten, welche noch die Fähigkeit besitzen, auf Kosten aufgenommener Stoffe sich weiter auszugestalten, an Umfang zuzunehmen und sich durch Teilung zu vervielfältigen. Die Umwandlung beschränkt sich aber hier nicht nur auf die Spaltung der schon vorhandenen chemischen Verbindungen, welche man sich als eine andere Gruppierung der schon vorhandenen Moleküle vorstellt, sondern es entsteht sozusagen ein neues Protoplasma und zwar dadurch, daß ein Teil von dem Protoplasma der eingedrungenen schmarotzenden Zellen mit dem Protoplasma in den Zellen der Wirtpflanze verschmilzt.

Wenn ein solches neues Protoplasma mit gründlich geänderter Konstitution sich weiter entwickelt, wenn sich dasselbe teilt und zu einem Gewebekörper ausgestaltet, so kann dieser nicht mehr jene Formen zeigen, welche ohne Einfluß des Schmarotzers zu stande gekommen wären. Derselbe wird auch äußerlich umgestaltet in Erscheinung treten oder mit anderen Worten, derjenige Teil der Wirtpflanze, welcher von dem Schmarotzer befallen, aber nicht getötet wurde, sondern weiter wächst und an Umfang zunimmt, wird infolge der Veränderungen, welche sein Protoplasma erfahren hat, auch äußerlich eine andere Gestalt zur Schau tragen.

Man nennt solche durch schmarotzende Sporenpflanzen veränderte Gewebekörper **Krebse**. In den meisten Fällen zeigen sie nicht nur eine von der Umgebung abweichende Gestalt, sondern auch ein übermäßiges Wachstum, was man als Hypertrophie zu bezeichnen pflegt. Ohne Zweifel wird die Hypertrophie durch einen von dem Schmarotzer ausgehenden Reiz veranlaßt. Wenn infolge der reichlichen Zufuhr von Baustoffen zu dem über das gewöhnliche Maß sich entwickelnden krebsig entarteten Gewebe auch dem Schmarotzer ein reichlicher Vorrat von Nährstoffen zur Verfügung gestellt wird, so kann man den Schluß ziehen, daß die Bedeutung der Hypertrophie in der Zufuhr reichlicher Nahrung für den Schmarotzer liegt. In vielen Fällen wird aber durch das hypertrophierte Gewebe nur ein Schutzwall gegen das weitere Übergreifen des Schmarotzers hergestellt. Es enthält dasselbe dann keine Nährstoffe, welche sich der Schmarotzer nutzbar machen könnte, sondern wird vorzüglich aus Korkzellen aufgebaut, welche zu zerstören oder aufzuzehren der Schmarotzer nicht im stande ist. Man könnte ein solches Gewebe mit dem sogenannten Wundkorke vergleichen, welcher sich nach Verletzungen der Pflanzen an den von der Oberhaut entblößten Stellen oder auch an anderen Wunden einstellt und diese allmählich als schützende Schicht überwallt.

Der Bildungsherd der Krebse ist manchmal nur auf einen kleinen Teil der befallenen Pflanze beschränkt; in anderen Fällen sind ganze Blätter und Zweige und bisweilen sogar umfangreiche Sprosse krebsig entartet und umgestaltet. Zum Zwecke einer **Übersicht der vielerlei Gestalten der Krebse** dürfte es am zweckmäßigsten sein, sich an die hier angedeutete Reihenfolge zu halten und zunächst mit den einfachsten Formen zu beginnen.

Als einfachste Formen gelten diejenigen Krebse, welche sich **als Entartung und Umgestaltung einiger weniger Zellen inmitten eines umfangreichen unveränderten Gewebes** darstellen. Sie werden vorzüglich durch Schmarotzer aus den Gattungen Rozella, Synchitrium, Exobasidium und Gymnosporangium veranlaßt. Die zu den Wasserschimmeln (Chitridiaceen) gehörende Rozella septigena entwickelt Schwärmsporen, von welchen die verschiedenen Arten der Gattung Saprolegnia überfallen werden. Die Schwärmsporen des Schmarotzers siedeln sich an jenen schlauchförmigen Zellen der betroffenen

Saprolegnia an, deren protoplasmatischer Inhalt eben im Begriffe steht, sich zu teilen und selbst Schwärmsporen zu bilden. Infolge der Ansiedelung des genannten Schmarotzers unterbleibt dieser Vorgang; dagegen fächert sich die schlauchförmige Zelle, welche sich zu einem Sporangium der Saprolegnia hätte ausbilden sollen, in kurze tonnenförmige Zellen, deren jede zu einem Sporangium der Rozella septigena wird. Außerdem entwickeln sich an der überfallenen Zelle der Saprolegnia auch noch seitliche Aussackungen, welche kugelig anschwellen, und von welchen jede eine Dauerspore des Schmarotzers enthält. Durch die schmarotzenden Arten von Synchitrium werden einzelne Zellen der Oberhaut an den Blättern der Wirtpflanzen vergrößert und wölben sich über die anderen unveränderten Zellen empor. Die nicht seltenen Arten Synchitrium Anemones und Taraxaci veranlassen nur ein unbedeutendes Emporwölben, und die Vergrößerung der befallenen Zellen beträgt kaum mehr als das Vierfache, ja oft nur das Doppelte des gewöhnlichen Umfanges. Dagegen erheben sich die durch den Einfluß des Synchitrium Myosotidis krebsig entarteten Oberhautzellen an den Blättern des Vergißmeinnichts (Myosotis) als verhältnismäßig große kolbenförmige, flaschenförmige oder eiförmige Blasen von goldgelber oder rötlichgelber Farbe, und jede derselben enthält den Schmarotzer, beziehentlich dessen Sporen. Auch sind die von Synchitrium Myosotidis befallenen Stellen des Blattes auffallend verdickt; es verschwinden daselbst die palissadenförmigen Zellen sowie die mit Luft gefüllten Räume des sogenannten Schwammparenchyms (s. Band I, S. 257), und das Gewebe besteht nur aus großen gleichgestalteten, ohne Zwischenräume aneinander schließenden Zellen. An dem durch Synchitrium pilificum auf Potentilla Tormentilla erzeugten Krebs ist die sehr vergrößerte Zelle, in welcher der Schmarotzer nistet, und die man als Nährzelle bezeichnet, von den angrenzenden hypertrophierten Zellen überwuchert; auch erheben sich einige der angrenzenden Zellen in Form von Haaren, und die ganze Neubildung macht den Eindruck einer behaarten Warze.

Der auffallendste, von einem eng begrenzten Abschnitte des Gewebes ausgehende Krebs wird durch Exobasidium Vaccinii auf den Laubblättern der Alpenrösschen (Rhododendron hirsutum und ferrugineum) veranlaßt. Von einem Punkte des Laubblattes, gewöhnlich von der an der unteren Seite etwas vorspringenden Mittelrippe, erhebt sich ein kugeliger, schwammiger Körper, bald nur von der Größe einer Erbse, bald so groß wie eine Kirsche, ja bisweilen sogar vom Umfange eines kleinen Apfels. Derselbe hat eine gelbliche Farbe, ist an der dem Sonnenlichte ausgesetzten Seite wie ein Apfel rotbackig und erinnert auch dadurch an eine Apfelfrucht, daß sein Gewebe saftreich ist und einen süßlichen Geschmack besitzt. Die Oberfläche ist mit einem reifartigen Beschlage versehen, der aber nicht wie der Reif an der Apfelschale aus Wachs besteht, sondern durch die zahlreichen dort sich ausbildenden Sporen gebildet wird. Die Verbindungsstelle dieses Krebses mit dem befallenen Blatte mißt nicht mehr als 1—2 mm und, was besonders bemerkenswert, das befallene Blatt ist, abgesehen von dieser eng begrenzten Verbindungsstelle, nicht verändert.

Seltsame Gestalten zeigen auch die auf den Blättern des Vogelbeerbaumes, des Birnbaumes, der Felsenmispel und anderer Pomaceen durch die Gymnosporangien erzeugten Krebse. Einer derselben, welcher auf dem Laube der Felsenmispel (Aronia rotundifolia) durch Gymnosporangium conicum erzeugt wird, erscheint auf S. 514, Fig. 2 abgebildet. Derselbe stellt einen von der unteren Blattseite sich erhebenden, mit Hörnchen besetzten Höcker dar. Die mikroskopische Untersuchung zeigt, daß der Höcker aus dem eigentümlich umgewandelten Schwammparenchym des Blattes besteht. Die sonst mit Luft gefüllten Hohlräume des Schwammparenchyms sind ganz mit den Fäden des Myceliums ausgefüllt, und in den vorgewölbten Teil des Höckers, welcher sehr fest und fast knorpelig ist, sieht man Röhren eingesenkt, welche sich an dem einen Ende, wo die Sporen des Schmarotzers ausgebildet werden, als Blindsäcke darstellen, während sich an dem anderen Ende eine mit Fransen umrandete

Öffnung findet, durch welche die Sporen herausfallen. Dem unbewaffneten Auge erscheinen diese Röhren als Hörnchen. Gewöhnlich finden sich an einem einzigen Laubblatte mehrere solche Krebse nebeneinander. Sie fallen schon von fern durch ihre Farbe auf. Indem nämlich genau so weit, als sich das Mycelium des Schmarotzers ausbreitet, das Chlorophyll zerstört wird und an Stelle desselben ein rotgelber Farbstoff tritt, entstehen auf der Fläche des Laubes rotgelbe Flecken, welche sich von dem Grün des umgebenden unveränderten Teiles lebhaft abheben.

Krebse, welche von beschränkten, eng umgrenzten Stellen der Stämme ausgehen, sind verhältnismäßig selten. Einer der merkwürdigsten wird an den Stämmen des Lorbeers Laurus Canariensis durch den Schmarotzer Exobasidium Lauri hervorgerufen. Derselbe



Krebse: 1. Krebs an dem Stamme des Wachholders (Juniperus communis), verursacht durch Gymnosporangium clavariaeforme. — 2. Krebse an den Blättern der Felsenmispel (Aronia rotundifolia), verursacht durch Gymnosporangium conicum). Vgl. Text, S. 513—515.

macht, wenn er über der Rinde zum Vorscheine kommt, den Eindruck einer Luftwurzel, wächst aber in kurzer Frist zu einem schwammigen, verzweigten Körper heran, der die Länge von 8—12 cm erreicht und dann mit einem jener Schwämme verglichen werden könnte, die unter dem Namen Keulenschwämme (Klavariaceen) bekannt sind. Von Krebsen, welche an beschränkten Stellen der Wurzeln sichtbar werden, kennt man die erbsen- bis walnußgroßen Auswüchse, welche durch Entyloma Aschersonii und Magnusii an den Korbblütlern Helichrysum arenarium und Gnaphalium luteo-album hervorgerufen werden. Ob die an den Wurzelfasern vieler Hülsengewächse, namentlich jenen des Hornklees (Lotus corniculatus), des Bockklees (Trigonella foenum graecum), Wundklees (Anthyllis Vulneraria), der Lupine (Lupinus variabilis) und des Süßholzes (Glycyrrhiza glabra), vorkommenden kugeligen Knöllchen als Krebse anzusehen sind, und ob sie durch die in ihrem Inneren regelmäßig beobachteten Bakterien veranlaßt werden, ist fraglich. Nach den neuesten Untersuchungen soll hier ein besonderer Fall von Ernährungsgenossenschaft (s. Band I, S. 224) vorliegen.

Krebsige Wucherungen, welche ganze Wurzeln oder Wurzeläste betreffen, findet man an der Erle (Alnus glutinosa) und an der Kohlpflanze (Brassica oleracea). Der Krebs, welcher auf den Erlenwurzeln durch Schinzia Alni veranlaßt wird, erreicht die Größe einer Walnuß und hat das Ansehen eines Gekröses. Er kommt dadurch zu stande, daß sich die sämtlichen Fasern des betreffenden Wurzelastes keulenförmig oder knollig verdicken und dann nur mehr durch enge, vielfach gewundene Zwischenräume voneinander getrennt sind. Die sogenannte Kohlhernie, welche durch den Schleimpilz Plasmodiophora Brassicae hervorgerufen wird, ist eine krebsige Entartung der Wurzel von Brassica oleracea, welche nicht selten zur Größe eines Menschenkopfes heranwächst.

Krebse, welche umfangreiche Stammstücke sowohl in ihrem inneren Baue als im äußeren Ansehen verändern, werden an zahlreichen Holzpflanzen beobachtet. Der Schmarotzer nistet sich im Rindenparenchym ein, veranlaßt daselbst eine Hypertrophie, und dazu kommen nachträglich noch die mannigfaltigsten Störungen und Veränderungen im Holze des betreffenden Stammstückes. Der Stamm, Ast oder Zweig erscheint stark gewulstet oder knotig aufgetrieben, die Rinde mannigfaltig zerschrunden und zerrissen, und aus den Rissen der Wucherung fließt bisweilen Harz oder ein gummiartiger Schleim hervor. Da ein solcher Schmarotzer mehrere Jahre hindurch seine umgestaltende Thätigkeit ausübt, so nimmt der Krebs von Jahr zu Jahr an Umfang zu. Alljährlich kommen auch an der krebsig entarteten Stelle Sporenträger von mannigfaltiger Gestalt und Farbe zum Vorscheine, welche aber, nachdem die Sporen ausgestreut sind, wieder verschwinden. Der Teil des Stammes oder Astes oberhalb der Krebsgeschwulst verkümmert und stirbt früher oder später ab. Nur in seltenen Fällen vermag sich der Baum oder Strauch des Schmarotzers dadurch zu entledigen, daß die krebsig entartete Stelle von den angrenzenden gesunden Stammteilen aus mit Holz und Kork ganz überwallt und so der Schmarotzer vernichtet wird. Der auf den Stämmen und Ästen des gewöhnlichen Wachholders (Juniperus communis) durch Gymnosporangium clavariaeforme veranlaßte Krebs ist als Beispiel für diese Form auf S. 514, Fig. 1 abgebildet. Auf den Wachholderarten werden übrigens durch Gymnosporangium conicum, Sabinae und tremelloides auch noch andere Krebse veranlaßt, deren Unterschiede eingehender zu beschreiben aber zu weit führen würde. Doch ist es wichtig, hier zu bemerken, daß jeder dieser Schmarotzer in zweierlei Entwickelungsstufen vorkommt, welche auf verschiedenen Wirtpflanzen leben und auf jeder Wirtpflanze ein anders gestaltetes Krebsgebilde erzeugen. Die Äcidiumstufe erzeugt auf dem Laube verschiedener Pomaceen (Aronia, Crataegus, Pirus, Sorbus) an beschränkten Stellen knorpelige Anschwellungen (s. S. 513), die Teleutosporenstufe dagegen an den Wachholdern (Juniperus communis, excelsa, Sabina) Verdickungen und knollige Auftreibungen der Stämme.

Der auf den Stämmen und Ästen der Lärche (Larix Europaea) angesiedelte Schmarotzer Helotium Willkommii oder Peziza Willkommii veranlaßt daselbst Anschwellungen, welche im Laufe der Jahre an Umfang zunehmen und bisweilen die Größe einer Mannesfaust erreichen. Der Schmarotzer, welcher sich an einer Seite des Stammes oder Astes angesiedelt hat, durchwuchert dort zunächst das Rindenparenchym und nimmt auf das Holz insofern Einfluß, als an der befallenen Stelle die weitere Ausbildung desselben unterbleibt. Auf der gegenüberliegenden Seite des Stammes kann die Entwickelung des Holzes, beziehentlich der Jahresringe noch mehrere Jahre hindurch fortgehen, wodurch die krebsig entartete Stelle des Stammes das Ansehen einer hohlen Hand, einer Kniekehle oder eines muschelförmig vertieften Körpers erhält, was insbesondere dann sehr auffallend hervortritt, wenn das Holz und die Rinde in der Umgebung der Ansiedelungsstelle des Schmarotzers eine über das gewöhnliche Maß hinausgehende Verdickung erfahren hat. Aus den Rissen des befallenen Stammstückes fließt Harz hervor, und alljährlich erscheinen dort über der Rinde die

Sporenträger in Gestalt zahlreicher größerer und kleinerer Schüsselchen, welche an der Außenseite weiß, an der ausgehöhlten Seite scharlachrot gefärbt sind. Die befallenen Stämme und Äste sind im Spätsommer schon von fern dadurch kenntlich, daß die Nadeln an den Zweigen oberhalb der krebsigen Stelle vergilben, während die Nadeln an den gesunden Zweigen noch im schönsten Grün prangen. Dieses frühzeitige Vergilben ist das sicherste Anzeichen des baldigen gänzlichen Absterbens des betroffenen Astes. Auch an der Edeltanne (Abies pectinata) wird ein ähnlicher Krebs durch Aecidium elatinum hervorgerufen; doch stellt sich derselbe nicht wie der Lärchenkrebs als einseitige, sondern als gleichmäßige, rings um das befallene Stück des Astes gehende Anschwellung dar. Ebenso erscheinen Krebse auf den Obst-



Krebse und Gallen: 1. Krebs an den Deckschuppen der Fruchtblüten von der Grauerle (Alnus incana), verursacht durch Exoascus alnitorquus. — 2. Blütenstand des Rapünzchens (Valerianella carinata). — 3. Derselbe Blütenstand mit Klunkergallen, verursacht durch eine Gallmilbe. — 4, Blattrosette der Hauswurz (Sempervivum hirtum). — 5. Blattrosette derselben Pflanze von Endophyllum Sempervivi befallen und krebsig entartet. Vgl. Text, S. 517 und 541.

bäumen (Apfelbäumen, Birnbäumen 2c.), wo sie durch Leuconostoc und auf verschiedenen Laubhölzern aus der Familie der Becherfrüchtler (Buchen, Hainbuchen, Eichen 2c.), wo sie durch Nectria ditissima veranlaßt werden.

Überaus merkwürdige Veränderungen der Gestalt entstehen dadurch, daß ganze Blätter in die krebsige Entartung einbezogen werden. So z. B. sind die Blätter, aus welchen sich die Rosetten der Hauswurz (Sempervivum hirtum, s. obenstehende Abbildung, Fig. 4) zusammensetzen, länglich verkehrteiförmig und wenig mehr als doppelt so lang wie breit. Die Blätter derselben Pflanze, welche von dem Schmarotzer Endophyllum Sempervivi befallen wurden (s. obenstehende Abbildung, Fig. 5) sind siebenmal so lang als breit, erhalten eine lineale Form, sind aufrecht stehend und zeigen eine auffallend blassere Farbe. Ein anderes Beispiel bietet das auf S. 227 abgebildete Hainwindröschen (Anemone nemorosa). Diese Pflanze breitet sich mittels der flach unter der Erde fortkriechenden Stämme

aus und bildet in den lichten Hainen und auf den Wiesen kleine Bestände. Zum Teile werden diese Bestände aus blühenden Seitensprossen, zum Teile aus Laubblättern gebildet, welche von den unterirdisch kriechenden Stämmen ausgehen und sich über die Erde erheben. Wenn die Blätter nicht krebsig entartet sind, erscheinen ihre aufrechten Stiele nahezu gleichlang, und man sieht dann die Spreite in einer und derselben Höhe ausgebreitet. Anders, wenn sich die Äcidiumstufe der Puccinia fusca angesiedelt hat. Die Spreiten der betroffenen Blätter überragen dann infolge Verlängerung der Stiele die nicht betroffenen in auffallender Weise. Auch fällt auf, daß die Abschnitte der ersteren ein geringeres Ausmaß zeigen und weniger geteilt sind als jene. Die Länge der Blattstiele bei den unveränderten Blättern beträgt 12—13, jene der krebsig entarteten Blätter 15—18 cm; der Umfang der veränderten Blattabschnitte steht dagegen zu jenem der unveränderten in dem Verhältnisse von 5:7. Ähnliche Veränderungen erfahren die durch Puccinia Soldanellae befallenen Blätter der Soldanella alpina. Die Blattstiele der krebsig entarteten Blätter sind 2—4mal so lang als jene der nicht entarteten, die Spreite ist dagegen von geringerem Umfange, nicht mehr flach, sondern löffelförmig vertieft und nicht mehr dunkelgrün, sondern von ockergelber Farbe. An den Blättern von Alchimilla vulgaris werden durch Uromyces Alchimillae, an jenen von Phyteuma orbiculare durch Uromyces Phyteumatum ähnliche Veränderungen in der Länge der Stiele und in der Größe und Färbung der Spreite der Blätter veranlaßt. Hier ist auch noch der sogenannten Kräuselkrankheit der Pfirsich- und Mandelbäume zu gedenken, welche durch den Schmarotzer Exoascus deformans verursacht wird und sich durch namhafte Vergrößerung, Wellung und blasige Auftreibung der Laubblattfläche kundgibt.

Durch schmarotzende Sporenpflanzen bewirkte Umgestaltungen der Hochblätter sind verhältnismäßig selten. Excascus alnitorquus ist die Ursache, daß sich die von ihm befallenen Deckschuppen der Fruchtblüten bei den Erlen (Alnus glutinosa und incana) in purpurrote spatelförmige, mannigfaltig verkrümmte Lappen verlängern (s. Abbildung, S. 516, Fig. 1); Peronospora violacea veranlaßt in den Blüten der Knautia arvensis bisweilen die Umwandlung der Pollenblätter in Kronenblätter, so daß die Blüten dann „gefüllt“ erscheinen; Ustilago Mayidis bewirkt eine Wucherung des Gewebes in den Fruchtblüten der Maispflanze, so daß die aus den betroffenen Fruchtknoten an Stelle der Maiskörner hervorgehenden Krebse den Durchmesser von 7 cm erreichen, und Exoascus aureus, welcher sich an den Fruchtblüten der Pappelbäume (Populus alba und tremula) ansiedelt, ist die Veranlassung, daß sich die betroffenen Fruchtknoten in goldgelbe Kapseln umgestalten, welche die gewöhnlichen um mehr als das Doppelte des Umfanges übertreffen. In diese Abteilung gehören auch jene Krebse, welche sich aus den Fruchtknoten der Zwetschen, Pflaumen, Schlehen und Ahlkirschen (Prunus domestica, insititia, spinosa, Padus) durch den Einfluß des Schmarotzers Exoascus Pruni entwickeln. Das Gewebe des Fruchtknotens nimmt an Umfang zu, aber in anderer Weise als bei der Entwickelung von Früchten. Es erscheint wie von zwei Seiten zusammengedrückt, wird brüchig und gelblich, der Same im Inneren verkümmert, und es bildet sich an dessen Stelle eine Höhlung aus. Der Krebs, welcher aus den Fruchtknoten von Prunus domestica hervorgeht, hat insbesondere die Gestalt von etwas verbogenen Taschen, welche zur Zeit der Sporenreife an der Außenseite wie mit Mehl bestäubt aussehen. Diese Krebse, welche im Volksmunde den Namen Taschen, Narren, Hungerzwetschen, Hungerpflaumen führen, fallen schon Ende Mai von den Bäumen. Sie werden in manchen Gegenden gegessen, haben aber einen faden, süßlichen Geschmack.

Krebse, welche ganze Sprosse betreffen, wo also sowohl der Stengel als die von demselben ausgehenden Blätter durch den Schmarotzer verändert werden, findet man vorzüglich an Bäumen und Sträuchern, weit seltener an krautartigen Gewächsen. Von

letzteren soll hier zunächst die durch Cystopus candidus und Peronospora grisea veranlaßte krebsige Entartung der Sprosse des Hirtentäschchens (Capsella Bursa pastoris) vorgeführt werden. Nicht nur, daß bei dieser Pflanze das Grundgewebe des Stengels eine Hypertrophie erfährt, auch die Blätter, zumal die Blumenblätter, vergrößern sich in auffallender Weise. Die Kronenblätter, welche an der gesunden Pflanze nur 2 mm in der Länge messen, werden bis 15 mm lang; auch die Kelchblätter verlängern sich, werden fleischig und brüchig und sind in der mannigfachsten Weise verzerrt und verkrüppelt. Während in den Blüten der gesunden Pflanze nur sechs Pollenblätter zur Entwickelung kommen, finden sich in den krebsig entarteten Blüten nicht selten deren acht ausgebildet. Noch auffallender sind die Umgestaltungen, welche die Cypressen-Wolfsmilch (Euphorbia Cyparissias) durch den Schmarotzer Uromyces Pisi erfährt. Der Stengel verlängert sich weit über das gewöhnliche Maß, und es werden dadurch die Laubblätter, welche an den nicht befallenen Sprossen dicht gedrängt beisammenstehen, erheblich auseinander gerückt. Die Entfernung von zwei benachbarten, dem Alter nach aufeinander folgenden Blättern beträgt bei der gesunden Cypressen-Wolfsmilch nur 0,5 mm, bei der krebsig entarteten dagegen 2—3 mm; die befallenen Sprosse werden infolge dieser Streckung durchschnittlich doppelt so hoch als die gesunden. Die Laubblätter, welche an der gesunden Pflanze dünn, geschmeidig-biegsam, lineal und 12mal länger als breit sind, werden dick, starr, brüchig, erhalten die Form einer Ellipse und sind nur 2—3mal länger als breit. Auch ändert sich die an den gesunden Pflanzen bläulichgrüne Farbe in ein trübes Ockergelb, was zu dem fremdartigen Aussehen dieser Sprosse nicht wenig beiträgt. Die an den Sprossen der Singrüne (Vinca herbacea, major und minor) durch die Uredostufe der Puccinia Vincae sowie die an den Sprossen der Ackerkratzdistel (Cirsium arvense) durch die Teleutosporenstufe der Puccinia suaveolens veranlaßten Veränderungen zeigen mit jenen an der Cypressen-Wolfsmilch große Ähnlichkeit, insofern nämlich als auch bei ihnen der Stengel sehr gestreckt und die Blätter kürzer und breiter, gelb und brüchig werden. Wenn Blüten an solchen krebsig entarteten Sprossen zur Entwickelung kommen, so sind sie stets verkümmert und verkrüppelt, und es bilden sich aus ihnen selbstverständlich niemals Früchte und keimfähige Samen aus. Manchmal findet auch ein vorzeitiges Blühen solcher Sprosse statt. So z. B. entwickeln die Sprosse von Primula Clusiana und minima, welche von Uromyces Primulae integrifoliae befallen werden, und die man sofort an den verlängerten Rosettenblättern erkennt, ihre im Sommer angelegten Blüten nicht, wie das sonst der Fall ist im Frühlinge des nächsten, sondern schon im Herbste desselben Jahres.

Von niederen Holzgewächsen ist der Preißelbeerstrauch (Vaccinium Vitis Idaea) insofern besonders hervorzuheben, weil an seinen Sprossen zweierlei krebsige Entartungen vorkommen. Melampsora Goeppertiana, und zwar die Teleutosporenstufe dieses Schmarotzers, ist die Ursache, daß sich zunächst das Rindenparenchym der Preißelbeerstengel stark verdickt und in ein schwammiges Gewebe umgestaltet, welches anfänglich fleischfarbig ist, aber nach kurzer Zeit eine kastanienbraune Farbe annimmt. Die Stengel strecken sich auch sehr in die Länge, wachsen lotrecht in die Höhe und machen, wenn sie zu mehreren dicht beisammenstehen, den Eindruck kleiner Besen. Die Laubblätter sind infolge der Streckung des Stengels viel mehr auseinander gerückt als an der gesunden Pflanze. Auch sind die unteren Blätter des Sprosses in kleine gewimperte Schüppchen umgewandelt und die oberen so stark verkürzt, daß sie einen nahezu kreisförmigen Umriß erhalten. Die zweite krebsige Entartung, welche die Sprosse des Preißelbeerstrauches erleiden, wird durch Exobasidium Vaccinii veranlaßt. Der Stengel erhält eine blaß rosenrote Farbe, erscheint etwas schwammig verdickt, streckt sich aber nicht übermäßig in die Länge; die Blätter krümmen sich und zwar so, daß die obere Blattseite den Grund der Aushöhlung bildet. Das Gewebe der betroffenen

Blätter verdickt sich, wird brüchig und büßt das Chlorophyll ein. An Stelle des grünen stellt sich ein roter Farbstoff ein, der insbesondere an der oberen Blattseite auffallend hervortritt. Die untere Seite der Blätter, an welcher sich die Sporen entwickeln, sieht aus, als ob sie mit Mehl bestäubt worden wäre. Gewöhnlich findet an dem befallenen Sprosse auch eine vorzeitige Entwickelung der Knospen statt, d. h. die Knospen, welche unter gewöhnlichen Verhältnissen erst im nächsten Jahre zur Entwickelung gekommen wären, treiben und sprossen schon kurze Zeit, nachdem sie angelegt wurden. Die Achse der Sprosse bleibt aber kurz, die Blätter stehen an derselben dicht gedrängt übereinander, sind rot gefärbt, deutlich



Hexenbesen der Tanne, verursacht durch Aecidium elatinum. Vgl. Text, S. 511 und 520.

verkürzt, häufig kreisrund und entbehren des Blattstieles. Von fern gesehen, nehmen sich diese vorzeitig entwickelten Sprosse wie große gefüllte rote Blüten aus, die in das dunkle Grün der nicht befallenen Preißelbeergebüsche eingeschaltet sind. Noch auffallender durch ihr feuriges Rot sind übrigens die vorzeitigen Sprosse an den Sträuchern der Moosbeere (Vaccinium uliginosum), welche, durch Exobasidium Vaccinii krebsig entartet, in der Alpenregion nicht selten angetroffen werden. Die Bärentraube (Arctosstaphylos Uva ursi), der Sumpfporst (Ledum palustre) und die poleiblätterige Andromeda (Andromeda polifolia) erfahren durch Exobasidium Vaccinii gleichfalls Veränderungen, für welche jene an dem Preißelbeerstrauche als Vorbild dienen können.

Wenn sich die Umgestaltung von Sprossen durch schmarotzende Sporenpflanzen an Ästen höherer Sträucher oder Bäume einstellt, so kommen Gebilde zum Vorscheine, welche der Volksmund mit dem Namen Hexenbesen belegt hat, und deren schon im Eingange dieses Kapitels gedacht wurde. Die Anregung zur Bildung derselben wird bei den verschiedenen

Bäumen durch sehr verschiedene Schmarotzer gegeben; auf den Sträuchen des Sauerdornes (Berberis vulgaris) durch Aecidium Magelanicum, auf der grauen Erle (Alnus incana) durch Exoascus borealis, auf der Hainbuche (Carpinus Betulus) durch Exoascus Carpini, auf dem Kriechenpflaumenbaum (Prunus insititia) durch Exoascus insititiae, auf den anderen Arten der Gattung Prunus durch Exoascus deformans, auf der Birke (Betula verrucosa) durch Exoascus turgidus, auf der Weimutskiefer (Pinus Strobus) durch Peridermium Strobi und auf der Edeltanne (Abies pectinata) durch Aecidium elatinum. Außerdem kommen noch Hexenbesen auf dem Pistazienstrauche (Pistacia Lentiscus), auf der Buche, Föhre, Lärche, Fichte rc. vor; doch ist es bisher noch nicht gelungen, festzustellen, durch welche schmarotzenden Sporenpflanzen die krebsige Entartung der Sprosse an diesen Sträuchern und Bäumen veranlaßt wird. Als Vorbild für die in Rede stehenden seltsamen Bildungen möge hier der von Olof Winkler nach der Natur abgebildete Hexenbesen der Edeltanne (s. Abbildung, S. 519) gewählt sein. Derselbe geht stets von einer der wagerecht abstehenden Seitenäste des Tannenbaumes aus und erhebt sich von der oberen Seite desselben mit aufrechten oder bogig aufsteigenden Zweigen, so daß der Eindruck einer auf der Borke des wagerechten Astes wachsenden Überpflanze hervorgebracht wird. Die Zweige sind nicht, wie das sonst bei den Seitenzweigen der Tanne der Fall ist, zweizeilig, sondern wirtelförmig gruppiert. Alle sind verkürzt und verdickt und auffallend weich und biegsam, was davon herrührt, daß das Rindenparenchym schwammig aufgetrieben und der Holzkörper nur schwach entwickelt ist. Die Knospen, welche an den gesunden Tannenzweigen eiförmig sind, erscheinen hier fast kugelig. Wie in allen anderen Fällen, wo ein Pflanzenglied oder ganzer Sproß krebsig entartet ist, findet auch an diesem Hexenbesen eine vorzeitige Entwickelung, eine sogenannte Prolepsis, statt. Die Knospen schwellen früher an und kommen früher zur Entwickelung als jene der nicht entarteten Zweige. Die Blätter bleiben kurz, gelblich, sind etwas gekrümmt und fallen schon ein Jahr, nachdem sie sich entwickelt haben, ab, während jene der gesunden Zweige lang, lineal, gerade und oberseits dunkelgrün sind und 6—8 Jahre an ihrer Stelle haften. Das Wachstum der Zweige ist beschränkt; nach wenigen Jahren sterben sie ab, und dann erscheint in das dunkelgrüne Geäste der Edeltanne ein struppiger, dürrer Besen eingeschaltet, der auffallend genug aussieht, um die Einbildungskraft des Landvolkes zu beschäftigen und zu den im Eingange dieses Kapitels erwähnten abergläubischen Vorstellungen anzuregen.

Veränderung der Gestalt durch gallenerzeugende Tiere.

Unter den Namen Gallmilben, Gallmücken und Gallwespen beschreiben die Zoologen gewisse Arachniden, Fliegen und Hautflügler, welche sich an lebenden Pflanzen ansiedeln und an den Ansiedelungsstellen eigentümliche Auswüchse veranlassen. Am längsten bekannt sind von solchen Auswüchsen diejenigen, welche auf den Laubblättern der Eichen in Gestalt kleiner rotbackiger Äpfel hervorwachsen und die der Volksmund in alter Zeit Laubäpfel und Eichäpfel genannt hat. Im 16. Jahrhundert wurde für diese Gebilde auch der Name Gallen und Galläpfel gebraucht und zwar im Einklange mit dem altenglischen galle, dem französischen galle und dem italienischen galla, welche Namen samt und sonders auf das lateinische, schon in der Naturgeschichte des Plinius für die in Rede stehenden Auswüchse angewendete galla zurückzuführen sind. Die Schriftsteller des 16. Jahrhunderts sprechen übrigens nicht nur von „Galläpfeln“, sondern auch von Gallnüssen, worunter sie die festen, kleinen Auswüchse auf den Laubblättern der Buchenbäume verstehen. Späterhin wurde der Name Gallen für sämtliche an grünen lebenden Pflanzen entstandene, durch Tiere

veranlaßte Auswüchse gebraucht. Ja noch mehr. Auch die im vorhergehenden Kapitel besprochenen Veränderungen der grünen Wirtpflanzen durch Askosporeen und andere schmarotzende Sporenpflanzen wurden unter den Begriff der Gallen einbezogen. In jüngster Zeit hat man den Vorschlag gemacht, das Wort Galle durch Cecidie zu ersetzen und die Auswüchse, je nachdem sie durch Pilze, Fadenwürmer (Nematoden), Gallmilben (Phytoptus), Fliegen (Dipteren) 2c. veranlaßt werden, als Mykocecidien, Nematocecidien, Phytoptocecidien, Dipterocecidien 2c. zu unterscheiden. Für Zoologen mag eine solche der systematischen Einteilung der Tiere sich anschmiegende Einteilung bedeutend und wertvoll sein, für die Botaniker ist sie erst in zweiter Linie brauchbar. Der Botaniker muß hier wie in anderen ähnlichen Fällen die Gestalt des Gegenstandes als obersten Einteilungsgrund festhalten und hat eine auf die Übereinstimmung in der Entwickelung der fraglichen Gebilde begründete Einteilung zu geben. Auch wird bei der übersichtlichen Zusammenstellung zu beachten sein, ob nur ein einzelnes oder ob eine ganze Gruppe zusammengehöriger Pflanzenglieder eine Umgestaltung erfahren hat, und ebenso wird der Ausgangspunkt der Auswüchse berücksichtigt und ermittelt werden müssen, ob Laubblätter, Blütenblätter, Stämme, Wurzeln 2c. als Herd der Neubildung erscheinen.

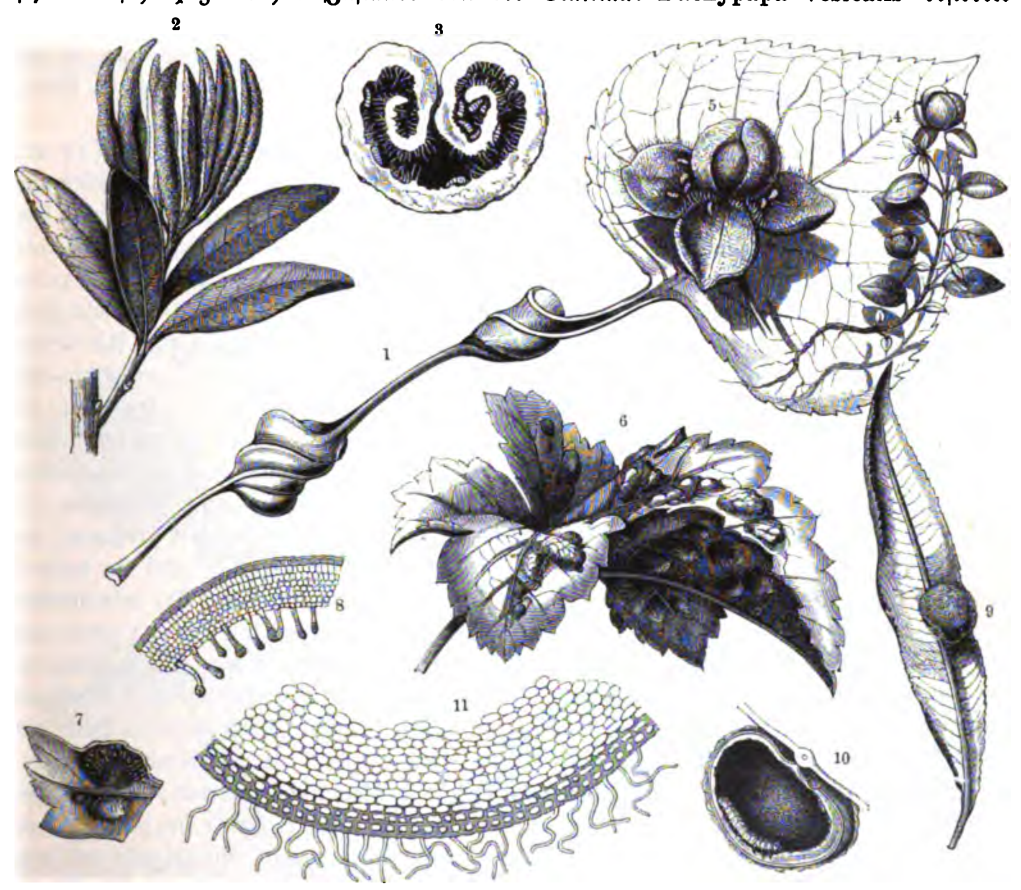
Wenn die als Brutstätte oder zeitweilige Wohnung eines einzigen oder einer Kolonie von Tieren entstandene Galle auf ein einzelnes Pflanzenglied beschränkt ist, so spricht man von einer *einfachen Galle*; werden dagegen zur Herstellung der Brutstätte oder zeitweiligen Wohnung mehrere Pflanzenglieder in Anspruch genommen, so nennt man das Gebilde eine *zusammengesetzte Galle*.

Von den einfachen Gallen werden Filzgallen, Mantelgallen und Markgallen unterschieden. Die *Filzgallen* werden größtenteils durch Gallmilben erzeugt. Sie erscheinen an beschränkten, scharf umschriebenen Stellen grüner Blätter und Stengel als pelzige oder filzartige Wucherungen auf der im übrigen kahlen oder nur spärlich behaarten Fläche und haben bald die Gestalt kleiner Schöpfe, Räschen, Leisten und Striemen, bald die Form ausgedehnter Flecke mit unregelmäßig verlaufenden Konturen. In den meisten Fällen ist es die untere Seite eines Laubblattes, welche den Filz trägt, und mit besonderer Vorliebe halten sich die Gallmilben dort an den Verlauf der über die grüne Fläche mehr oder weniger vorspringenden Stränge. Bei der großblätterigen Linde, der Erle, der Hainbuche und der Roßkastanie siedeln sich die Milben gewöhnlich in den Winkeln an, welche dort entstehen, wo ein Seitenstrang aus einem Hauptstrange abzweigt, und dann bilden die vorspringenden Stränge die Einfassung des Filzes. An den Brombeersträuchern (Rubus) und der Becherblume (Poterium) sieht man bisweilen, daß sich der Filz von der Blattspreite an den Blattstielen herabzieht, und mitunter kommt es auch vor, daß die grüne Rinde der jungen Triebe mit filzigen Leisten und Flecken bedeckt ist. Auch die Kelchblätter werden bei einigen Brombeersträuchern und Fingerkräutern durch den Einfluß der Gallmilben pelzig, was dann meistens auch eine Verzerrung des Umrisses der befallenen Teile nach sich zieht. Sehr häufig ist mit der Ausbildung der Filzgallen eine Wulstung oder leichte Auftreibung des grünen Blattgewebes verbunden, und dann sieht man den pelzigen Überzug nur an der vertieften Seite der Auftreibung, während die Gegenseite kahl bleibt. Am auffallendsten ist dies an den Laubblättern der Nelkenwurz (Geum), des Weinstockes (Vitis) und des Walnußbaumes (Juglans) zu sehen, wo sich bisweilen an einem einzigen Blatte ein Dutzend grubiger, weiß- oder braunfilziger Vertiefungen an der unteren Seite ausbilden. Die Farbe des Filzes ist an den Blättern der Buchen, Linden, Ahlkirschen, Brombeeren, Fingerkräuter und Becherblumen weiß, am Feldahorne (Acer campestre) grünlich, am warzigen Spindelbaume (Evonymus verrucosus) gelblich, an der orientalischen Erle (Alnus orientalis) und an der Schwarzpappel (Populus nigra) schwefelgelb, an der Alpenerle (Alnus viridis) und an den flaumhaarigen Birken (Betula alba,

carpatica ꝛc.) anfänglich karminrot und später violett, an der Nelkenwurz (Geum macrophyllum), der Roßkastanie (Aesculus Hippocastanum) und der Espe (Populus tremula) braun. Im Alter erhalten übrigens auch die im jugendlichen Zustande hellen Filzgallen gewöhnlich eine braune Farbe. Die Untersuchungen mit dem Mikroskope haben gelehrt, daß sich bei der Entstehung der Filzgallen Oberhautzellen, welche sonst eine tafelförmige Gestalt besitzen, infolge des Reizes winziger Gallmilben (Phytoptus) aussacken und in schlauchförmige verkrümmte und winkelig gebogene, meistens kolbenförmig oder retortenförmig aufgeblasene Zellen umgewandelt haben. Dem unbewaffneten Auge erscheinen diese Zellen als kurze Haare, und da sie in großer Menge beisammen stehen, macht das Ganze den Eindruck eines samtartigen oder filzigen Überzuges. Die Milben, welche den Filz veranlassen, legen ihre Eier in die saftreichen, haarförmigen Zellen, und die Jungen leben von den Stoffen, welche in diesen Zellen enthalten sind. Noch wäre zu bemerken, daß man ehemals diese filzigen und samtartigen Überzüge für Pilze hielt und als besondere Gattungen unter den Namen Erineum und Phyllerium beschrieb. Dieser Gruppe ist auch eine auf dem Waldrispengrase (Poa nemoralis) vorkommende Galle einzureihen, die von der Fliege Hormomyia Poae erzeugt wird und aus langgestreckten, an die sogenannten Wurzelhaare erinnernden Zellen besteht. Die haarförmigen Zellen gehen aus der Oberhaut hervor, entspringen oberhalb der Knoten von dem Halme, durchbrechen die Blattscheide, welche von den benachbarten Knoten ausgeht, und gruppieren sich in zwei Abteilungen, welche in entgegengesetzter Richtung fortwachsen und den Halm von zwei Seiten her umwickeln. Die ganze Haarmasse sieht wie gescheitelt aus. Anfänglich haben die Haare eine weiße Farbe, später werden sie hellbraun, und wenn die Galle vollständig ausgebildet ist, stellt sie sich in Form brauner, um den Halm gewickelter verfilzter Stränge dar, von welchen die Larve der genannten Fliege fest umhüllt ist.

Eine große Menge einfacher Gallen wird unter dem Namen **Mantelgallen** zusammengefaßt. Die Tiere, welche die Ursache dieser Gallenbildungen sind, verharren zeitlebens an der Außenseite der betreffenden Blätter, vermehren sich dort und heften auch ihre Eier der Oberhaut der Blätter an. Durch den Reiz, welchen die Tiere auf die Stätte ihrer Ansiedelung ausüben, wird dort eine Wucherung in bestimmten Schichten des Zellgewebes veranlaßt. Es entstehen infolgedessen Hohlräume, welche den angesiedelten Tieren und ihrer Brut zur Wohnung dienen und sie wie ein schützender Mantel umgeben. Mit Rücksicht auf die Entwickelungsgeschichte lassen sich die Mantelgallen in Rollgallen, Stulpgallen und Hülsengallen unterscheiden. Die **Rollgallen** werden durch Gallmilben, Blattläuse, Blattflöhe und Fliegen hervorgerufen und finden sich zumeist an den Spreiten, seltener auch an den Stielen der Laubblätter entwickelt. Das von den genannten Tieren besiedelte Gewebe, welches sich unter gewöhnlichen Verhältnissen flach ausgebreitet haben würde, wächst auf der einen Blattseite stärker als auf der anderen, und die Folge dieses ungleichen Wachstumes ist die Bildung einer Rolle, beziehentlich eines Hohlraumes, in welchem die angesiedelten Tiere geborgen sind. Stets ist es die von den Tieren besetzte Seite, welche infolge der Rollung die Innenwand des Hohlraumes bildet, und regelmäßig werden die betroffenen Blätter der Länge nach gerollt. Bei dem Alpenröschen (Rhododendron), dem blutroten Storchschnabel (Geranium sanguineum) und den Melden (Atriplex hastata, oblongifolia ꝛc.) ist es die obere, bei dem Wegdorne (Rhamnus cathartica) und den nicht windenden Geißblattarten (Lonicera alpigena ꝛc.) die untere Seite der Blattspreite, welche den Tieren zur Ansiedelung dient und daher als Innenwand der Rolle erscheint. In manchen Fällen ist die ganze Blattspreite in die Rollung einbezogen, noch häufiger aber beschränkt sich die Veränderung nur auf den Blattrand, und in diesem Falle erscheint dann der Blattrand von einem aufgetriebenen, häufig knotigen oder welligen hohlen Wulste

eingesäumt. Bei dem Alpenröschen (Rhododendron ferrugineum und hirsutum) sind beide Hälften der Blattspreite spiralig eingerollt (s. untenstehende Abbildung, Fig. 2), meistens aber ist die Rollung so beschränkt, daß die Rollgalle die Gestalt eines Kahnes oder einer Hohlkehle annimmt. Bisweilen ist mit der Rollung auch eine Veränderung des Blattumrisses verbunden. So z. B. erscheint an dem Laube der Silberpappel (Populus alba), welches schon in sehr jugendlichem Zustande von der Blattlaus Pachypapa vesicalis besiedelt



Gallen: 1. Umwallungsgallen an dem Blattstiele der Schwarzpappel (Populus nigra), veranlaßt durch Pemphigus spirothecca. — 2. Rollgallen an den Blättern des rostfarbigen Alpenröschens (Rhododendron ferrugineum), veranlaßt durch Gallmilben. — 3. Querschnitt durch eine solche Rollgalle. — 4 und 5. Klunkergalle an den Ästen des Quendels (Thymus Serpyllum), veranlaßt durch Gallmilben. — 6. Runzelgallen auf dem Blatte des Johannisbeerstrauches (Ribes rubrum), veranlaßt durch Myzus ribis. — 7. Ein Stück des Blattes von der Unterseite gesehen. — 8. Querschnitt durch einen Teil dieser Runzelgalle. — 9. Markgalle auf dem Blatte der Grauweide (Salix incana), veranlaßt durch Nematus pedunculi. — 10. Dieselbe Galle aufgeschnitten. — 11. Ein Stück der Wand dieser Galle im Durchschnitte. — Fig. 1, 2, 4, 6 und 9 in natürlicher Größe, Fig. 5 und 6: 4fach, Fig. 3 und 7: 8fach, Fig. 8 und 11: 50fach vergrößert. Vgl. Text, S. 524, 528, 529 und 539.

wird, nicht nur eine Rollung, sondern auch eine tiefe Ausbuchtung der Spreite. An Stelle der stumpfen, kurzen Lappen entstehen spitze, lange Zipfel, welche sich nach erfolgter Rollung aneinander legen, sich auch mannigfach kreuzen und die Mantelgalle an der hohlen Seite mit einem förmlichen Gitter verschließen. Eine Verwachsung jener Stellen, wo die Gewebe infolge der Rollung in Berührung kommen, findet nicht statt, und es ist daher der Hohlraum, in welchem die gallenerzeugenden Tiere wohnen, mit der Außenwelt immer durch einen offen bleibenden Spalt verbunden. In den meisten Fällen ist das Gewebe der Rollgallen verdickt, brüchig, des Chlorophylls mehr oder weniger beraubt und daher gelblich gefärbt. Nicht

selten hat sich auch ein roter Farbstoff eingestellt, so daß die Außenseite der Galle eine rötlichgelbe Farbe erhält. Die durch einen Blattfloh (Trioza Rhamni) an dem Rande der Laubblätter des Wegdornes (Rhamnus cathartica) veranlaßte Rollgalle ist sehr fest und knorpelig verdickt. Bei manchen Pflanzen verlängern sich die Oberhautzellen, welche die Innenwand der Rolle bekleiden, in ähnlicher Weise wie bei den früher geschilderten Filzgallen und stellen sich dem freien Auge als Haare dar. Ihr saftiger Inhalt dient dann den Gallmilben zur Nahrung. So verhält es sich z. B. bei dem rostfarbigen Alpenröschen (Rhododendron ferrugineum), dessen obere Blattseite für gewöhnlich ganz glatt, an den von Gallmilben befallenen und eingerollten Blättern dagegen dicht behaart ist (s. Abbildung, S. 523, Fig. 3).

An die Rollgallen schließen sich die Stulpgallen oder Ausstülpungsgallen an Sie kommen dadurch zu stande, daß sich das Gewebe der Blattspreite oder des Blattstieles und mitunter auch das grüne Gewebe an der Rinde junger Zweige an jener Stelle, wo von den angesiedelten Tieren (Gallmilben, Blattläusen, Zweiflüglern) ein Reiz ausgeübt wurde, als eine Ausstülpung erhebt, deren hohle Seite den betreffenden Tieren zeitweilig als Wohnort dient. Diese Ausstülpungen zeigen nach Form und Umfang eine große Mannigfaltigkeit. Auch weichen sie im inneren Baue der ausgestülpten Stelle recht auffallend ab. Als besonders bemerkenswerte Gestalten mögen die nachfolgenden hervorgehoben werden. Zunächst die Faltengallen. Es bilden sich in der Blattmasse tiefe faltenförmige, bisweilen geschlängelte Rinnen, welche an der oberen Seite mit einem engen Spalte münden und über die untere Seite des Blattes als Schwielen vorspringen. Das wuchernde Gewebe, welches den Grund der Rinne bildet, ist vergilbt, und häufig ist die rinnenförmige Vertiefung mit kurzen Härchen besetzt. Die Rinne folgt in ihrem Verlaufe gewöhnlich den größeren, die Blattspreite durchziehenden Strängen, und bisweilen sind es die Stränge selbst, in welchen die Rinne verläuft. Die Faltengallen werden durch Gallmilben veranlaßt. Die bekanntesten sind jene an den Laubblättern von **Carpinus Betulus, Clematis Flamula** und **recta** und **Ribes alpinum**. Den Faltengallen schließen sich die Runzelgallen an. Die Ausstülpungen beschränken sich auf das von einigen kräftigen, rippenartig vorspringenden Strängen begrenzte grüne Gewebe des Blattes und haben nur eine geringe Tiefe; die obere Seite des Blattes erscheint mit Buckeln und Höckern, die untere mit Mulden und Gruben versehen. Da immer zahlreiche solche Ausstülpungen nebeneinander entwickelt werden, so ist die betroffene Stelle des Blattes in auffallender Weise gerunzelt. Als Beispiele für diese Gallenform erscheinen die durch die Blattlaus **Schizoneura Ulmi** erzeugte Runzelgalle auf dem Laube der Rüster (**Ulmus campestris**; S. 525, Fig. 4) und die durch eine andere Blattlaus **Myzus ribis** erzeugte Runzelgalle auf dem Laube der Johannisbeere (**Ribes rubrum**; S. 523, Fig. 6, 7 und 8) abgebildet. Die letztere zeigt meistens mehrere Runzeln zu großen blasenförmigen Ausstülpungen vereinigt, ist oberseits rot gefärbt und an der ausgehöhlten Seite mit gegliederten, drüsentragenden, zelligen Gebilden besetzt, welche sich dem freien Auge als kurze Haare darstellen. Diese Form erinnert zwar lebhaft an gewisse Filzgallen, unterscheidet sich aber von ihnen durch die andere Gestalt der infolge des Reizes der angesiedelten Tiere entstehenden „Haare“. An den Blättern des Habichtskrautes **Hieracium Pilosella** entstehen, durch Blattflöhe (Psylloden) veranlaßt, winzige Ausstülpungen mit enger Mündung, welche sich auf der unteren, dem Erdboden zugewendeten Seite wie kleine Warzen erheben und, wenn sie dicht gedrängt beisammen stehen, dem Blatte ein runzeliges Aussehen verleihen. Wenn die Ausstülpung der Blattspreite von einer sehr beschränkten Stelle ausgeht und sich zugleich stark vertieft und ausweitet, so entstehen taschen-, beutel- oder sackförmige Hohlräume mit einer verhältnismäßig engen Mündung, deren Längenachse senkrecht auf die Ebene des betreffenden Blattes zu stehen kommt. Bei einem Teile dieser Gallen ist der durch die

Aussackung entstandene Hohlraum wie aufgeblasen, einer Hohlkugel vergleichbar und hat, von außen gesehen, die Form eines Köpfchens. Solche Ausstülpungsgallen hat man insbesondere mit dem Namen Köpfchengallen (Cephalonion) belegt. In anderen Fällen haben die Ausstülpungen die Gestalt eines Hornes und sind sehr verlängert, besitzen verhältnismäßig dicke Wandungen und werden als Hörnchengallen (Ceratonion) angesprochen. Beide durch zahlreiche Übergänge verbundene Formen wurden auch noch unter verschiedenen anderen Namen, Taschengallen, Beutelgallen, Sackgallen, Nagelgallen ꝛc., beschrieben. Der letzterwähnte Name rührt davon her, daß sich der Körper mehrerer hier-



Gallen: 1—3. Markgallen auf dem Blatte einer Rose, 1. von Rhodites Rosae, 2. von Rhodites Eglanteriae, 3. von Rhodites spinosissimae. — 4. Runzelgallen auf dem Blatte der Rüster (Ulmus campestris), veranlaßt durch Schizoneura Ulmi. — 5. Beutelgallen auf demselben Blatte, veranlaßt durch Tetraneura Ulmi. — 6. Umwallungsgalle auf demselben Blatte, veranlaßt durch Tetraneura alba. — 7. Markgallen auf dem Blatte der Purpurweide (Salix purpurea), veranlaßt durch Nematus gallarum. — 8. Markgalle auf den Blättern derselben Weide, veranlaßt durch Nematus vesicator. Vgl. Text, S. 524–526, 529, 530 und 545.

her gehöriger Gallen sowohl über die obere als über die untere Seite des Blattes erhebt, so daß es den Eindruck macht, als sei ein Nagel durch das Blatt durchgesteckt worden. Die durch eine Gallmilbe verursachte Köpfchengalle des Schlehdornes (Prunus spinosa) ragt über die untere Blattseite fast ebenso stark vor wie über die obere, während die gleichfalls durch eine Gallmilbe verursachte Galle an den Laubblättern der Ahlkirsche (Prunus Padus) oberseits als langer Beutel, unterseits nur als kleine Warze sich erhebt. Manche Köpfchen- und Hörnchengallen sind überhaupt nur einseitig ausgebildet, und es herrscht in dieser Beziehung eine überaus große Mannigfaltigkeit. Die Gallenhöhle mündet bei den durch Milben erzeugten Ausstülpungen stets an der unteren Seite des betroffenen Blattes. Sowohl die Innenwand der Höhle als auch die Mündung derselben sind mit Haaren besetzt, und bisweilen erscheint die Mündung mit Haaren förmlich ausgestopft. An den durch die Blattlaus

Tetraneura Ulmi auf den Blättern der Rüstern veranlaßten beutelförmigen Ausstülpungen bildet sich übrigens zur Zeit, wenn die Blattläuse die Höhlung verlassen, an dem verschmälerten Teile des Beutels ein verhältnismäßig weiter Schlitz aus, wie in der Abbildung auf S. 525, Fig. 5 zu sehen ist. Die Außenseite der Ausstülpung ist bei den durch Milben an den Laubblättern der Erlen (Alnus), Ahorne (Acer) und Linden (Tilia) verursachten Gallen kahl, bei jenen an dem Laube der Ahlkirsche (Prunus Padus) und an dem wolligen Schneeballe (Viburnum Lantana) bewimpert und bei den blasenförmigen durcheine weiß-



Gallen: 1. Kuckucksgalle an den Zweigen der Fichte, verursacht durch Chermes abietis. — 2. Umwallungsgalle am Blattstiele der Pyramidenpappel (Populus pyramidalis), verursacht durch Pemphigus bursarius. — 3. Umwallungsgallen auf dem Blatte der Esche (Fraxinus excelsior), verursacht durch Cecidomyia acrophila. — 4. Umwallungsgalle an der Pistazie (Pistacia Lentiscus), verursacht durch Pemphigus cornicularius. — 5. Markgallen an der Rinde von Duvalia longifolia, verursacht durch Cecidoses Eremita. — 6. Längsschnitt durch eine dieser Gallen. — 7. Kapselgallen auf einem Blatte der österreichischen Eiche (Quercus Austriaca), verursacht durch Cecidomyia cerris. — 8. Eine solche Galle im Durchschnitte mit festsitzendem Deckel und 9. nach Abfallen des Deckels. — Fig. 1—7 in natürlicher Größe, Fig. 8 und 9: 3fach vergrößert. Vgl. Text, S. 527, 530, 531, 536, 537.

wollige Blattlaus (Schizoneura lanuginosa) veranlaßten Gallen der Rüsternblätter fein samtig behaart. Die Köpfchengallen an dem Laube der Ahorne, Erlen und Linden, des Schneeballes und der Erdbeere sind gewöhnlich in großer Menge über die ganze Spreite verteilt, jene des Schlehdornes erheben sich vorzüglich längs des Laubblattrandes und jene der Rüstern vereinzelt oder gruppenweise von dem Mittelfelde der Blätter. Hiermit hängt auch die Größe dieser Gallen zusammen. Jene, welche zu Hunderten von derselben Blattspreite entspringen, haben einen Durchmesser von 2—3 mm, jene, welche vereinzelt oder in kleinen Gruppen ausgebildet wurden, erreichen nicht selten den Durchmesser von 2—3 cm.

An die Stulpgallen oder Ausstülpungsgallen, welche die zweite Abteilung der Mantelgallen bilden, reihen sich als dritte Abteilung die Umwallungsgallen an. Sie stellen gleich den Stulpgallen Höhlungen dar, in welchen die gallenerzeugenden Tiere leben. Ihre Entwickelungsgeschichte ist aber eine wesentlich andere. Die Gallenhöhle entsteht bei ihnen dadurch, daß das Gewebe in der Umgebung jener Stelle, wo sich ein Tier angesiedelt hat, oder wo ein Ei an die Oberhaut angeheftet wurde, zu wuchern beginnt, sich in Form fleischiger Schwielen und Wälle erhebt und so lange fortwächst, bis die Ansiedelungsstelle der Tiere dachförmig oder kuppelförmig überwallt und überwölbt ist. Die Höhlung entsteht demnach hier nicht durch Ausstülpung, sondern durch Überwallung. In der äußeren Erscheinung sind diese Gallen sehr mannigfaltig. Eine der einfachsten Formen findet sich an den Blättern der Esche (Fraxinus excelsior, s. Abbildung, S. 526, Fig. 3) und wird dort durch die Gallmücke Cecidomyia acrophila veranlaßt. Das Tier heftet seine Eier in die rinnenförmige Vertiefung der Blattrippen. Alsdann entstehen an beiden Seiten der Rinne fleischige Wülste, diese legen sich aneinander, bilden ein Dach über die Rinne, und die Höhlung ist fertig. Eine Verwachsung der das Dach bildenden Wülste findet hier nicht statt; die saftigen fleischigen Gewebe liegen nur dicht aneinander, und wenn dann die Gallmücken ihre zeitweilige Wohnung zu verlassen haben, schrumpft das Gewebe zusammen, trocknet aus, und es entsteht ein klaffender Spalt, wie er an der Abbildung S. 526, Fig. 3 zu sehen ist. Ähnlich wie diese Galle an den Eschenblättern verhalten sich jene an den Blättern, beziehentlich Blattrippen der Brennessel (Urtica dioica) und der Erle (Alnus glutinosa), welche durch Gallmücken (Cecidomyia urticae, alni), und jene an der Mittelrippe der Rüsternblätter (Ulmus campestris; s. Abbildung, S. 525, Fig. 6), welche durch eine Blattlaus (Tetraneura alba) veranlaßt wird.

Die sogenannten Terpentingalläpfel (Carobe di Giude; s. Abbildung, S. 526, Fig. 4), welche auf verschiedenen Arten der Gattung Pistacia durch Blattläuse hervorgerufen werden, gehören gleichfalls zu den Umwallungsgallen. Der Gewebekörper, welcher die Anlage eines Laubblattes bildet, und aus welchem sich unter gewöhnlichen Verhältnissen ein gefiedertes Blatt mit dunkelgrünen, elliptischen Teilblättchen entwickelt haben würde, wächst zu einem Körper heran, welcher lebhaft an eine Hülsenfrucht erinnert und am besten mit der Hülse einer Karobe verglichen werden könnte. Solche Hülsen sind der Länge nach gefurcht, und man erkennt mehr oder weniger deutlich, daß die Furchen den Grenzen der Teilblättchen entsprechen, daß aber hier die Teilblättchen eingeschlagen, außerordentlich verdickt und verlängert und miteinander verwachsen sind. In dem von den verwachsenen Teilblättchen umschlossenen Hohlraum wohnt eine Blattlauskolonie (Pemphigus cornicularius), und als Ausgangspunkt derselben ist jenes Tier anzusehen, welches sich auf der jugendlichen Blattanlage angesiedelt und die Überwallung, beziehentlich die Wucherung des Gewebes veranlaßt hatte. Wenn die Zeit zum Verlassen der Höhlung gekommen ist, so öffnet sich die Hülse an der Spitze, indem dort die Enden der verwachsenen, die Wand der Höhlung bildenden Teilblättchen sich trennen und etwas zurückkrümmen (s. Abbildung, S. 526, Fig. 4). Eine ähnliche Entwickelungsgeschichte wie die Terpentingalläpfel haben die in neuerer Zeit unter dem Namen „chinesische Gallen“ eingeführten Umwallungsgallen. Sie stellen unregelmäßig ausgesackte, lappige und höckerige graue Hülsen dar, und stammen von dem Sumach Rhus semialata. Zwei andere Umwallungsgallen, welche ihrer Form wegen noch besonders erwähnt zu werden verdienen, entstehen an den Blattstielen der Pappelbäume, zumal der Arten Populus nigra, pyramidalis und dilatata. Die eine, als deren Erregerin die Blattlaus Pemphigus bursarius anzusehen ist (s. Abbildung, S. 526, Fig. 2), bildet glatte, äußerlich gewöhnlich rotbackige Auftreibungen an der oberen Seite des rinnenförmigen Blattstieles. Wenn man diese Auftreibungen durchschneidet, so sieht man, daß sie hohl sind und daß der

von den Blattläusen bewohnte Hohlraum dicke, fleischige Wandungen besitzt. Das fleischige Gewebe dieser Wandungen ist eine Wucherung in der Umgebung jener Stelle, wo die Ansiedelung des gallenerzeugenden Tieres erfolgte. An der vom Blattstiele abgewendeten Seite, wo das wuchernde Gewebe kuppelförmig zusammenschließt, bildet sich zur Zeit, wenn die Bewohner der Gallenhöhle auswandern, ein von wulstigen Lippen umrandeter Spalt aus, wie es in der Abbildung auf S. 526, Fig. 2 dargestellt ist. Die andere an den Blattstielen der erwähnten Pappelbäume zu beobachtende Galle, welche durch die Blattlaus Pemphigus spirothecca veranlaßt wird, bildet sich in der Weise aus, daß die Ränder des rinnenförmigen Blattstieles sich schwielig verdicken, als fleischige Wülste erheben und über der Rinne zusammenschließen; gleichzeitig findet eine schraubige Drehung des betroffenen Blattstielteiles statt, und es entsteht dadurch eine Galle, deren Höhlung wie das Innere eines Schneckengehäuses schraubig gewunden ist. Eine Verwachsung der wulstigen Ränder des Blattstieles findet nicht statt; sie liegen zwar anfänglich dicht aneinander, aber später trennen sie sich, und es entstehen schraubenförmig gewundene Spalte, aus welchen die weißflaumigen Blattläuse hervorkriechen können (s. Abbildung, S. 523, Fig. 1).

Die unter dem Namen Markgallen zusammengefaßten einfachen Gallen erscheinen als Anschwellungen von beschränktem Umfange an einzelnen Pflanzengliedern und werden durch Insekten veranlaßt, welche das Pflanzengewebe anstechen und in die gebildete Wunde ihre Eier legen. Dabei wird entweder nur die Oberhaut des zur Brutstätte ausgewählten Gewebes verletzt, oder es wird das Ei sofort in das tiefere Gewebe eingeschoben. In beiden Fällen wird eine lebhafte Zellteilung in der Umgebung angeregt. Wenn aber das Ei nur in die Epidermis eingeschoben wurde, so muß die aus demselben ausschlüpfende Larve erst nachträglich in das Innere des inzwischen angeschwollenen Gewebes einwandern, während in jenen Fällen, wo das Insektenei gleich bei seiner Ablagerung in das tiefere Gewebe eingebettet wurde, eine solche Wanderung der Larve nicht notwendig ist und auch nicht erfolgt. Die Hohlräume, in welchen nun die Larven hausen, hat man Larvenkammern genannt und unterscheidet Markgallen, welche mehrere, und solche, welche nur eine einzige Larvenkammer enthalten (s. Abbildung, S. 532, Fig. 2 und 7). Die Wände der Larvenkammer lassen in ihrem Aufbaue eine große Mannigfaltigkeit erkennen. In allen Fällen zeigen sie eine aus saftreichen, dünnwandigen Zellen gebildete, unmittelbar an das Ei angrenzende Schicht, welche Markschicht oder Gallenmark genannt wird, und eine äußere Schicht, welche als Haut oder Rinde das Gallenmark umgibt (s. Abbildung, S. 523, Fig. 10). In den meisten Fällen ist auch noch eine dritte Schicht eingeschaltet, welche aus sehr festen Zellen besteht und die man Hartschicht oder Schutzschicht genannt hat. Auch wäre hier noch zu bemerken, daß die Schichten der Gallenwand sich bei mehreren Arten absondern, so daß man dann eine Innengalle und eine Außengalle zu unterscheiden hat. Das Gallenmark hat die Aufgabe, die aus dem Ei geschlüpften Larven mit Nahrung zu versorgen, und dem entsprechend sind die Zellen desselben auch mit nahrhaften Stoffen ausgerüstet. Es ist bemerkenswert, daß die Ausbildung des Markes ungemein rasch vor sich geht, und daß sie sofort beginnt, nachdem das Ei in das Gewebe gelegt wurde. Die aus dem Ei ausschlüpfende Larve findet die Innenwand der ihr zum zeitweiligen Aufenthalte angewiesenen Kammer immer schon mit der nötigen Nahrung ausgestattet, fällt auch mit Heißhunger allsogleich über das saftreiche Zellengewebe an der Innenwand her und weidet dasselbe ab. Merkwürdigerweise wird der abgeweidete Teil der Zellen in kürzester Zeit wieder ersetzt. Die Zellen des Gallenmarkes verbleiben nämlich solange, als die Larven in der Larvenkammer der Nahrung bedürfen, in teilungsfähigem Zustande, und wie auf einer Wiese aus dem von Rindern abgeweideten oder abgemähten Rasen alsbald wieder neue Halme und Blätter hervorsprießen, ebenso werden die in den Gallenkammern abgeweideten, oberflächlichen Zellenlagen in kurzer

Zeit wieder durch neue, aus der Tiefe emporwachsende ersetzt. Die auf den Blättern von Salix incana entstandene kugelige Galle (vgl. Abbildung, S. 523, Fig. 9) ist einkammerig, und in deren Kammer lebt eine Larve auf Kosten der äußerst dünnwandigen, mit Stärkemehl und anderen Nährstoffen erfüllten Zellen, welche das Gallenmark bilden (Fig. 11). Die Larve macht in der Kammer förmliche Rundgänge, fängt an einer bestimmten Stelle mit der Vertilgung der Zellen an und weidet sie, in der Runde fortschreitend, ab (Fig. 10). Bis sie zu der Stelle gekommen ist, wo sie den Fraß begonnen hat, sind dort schon wieder neue, zur Nahrung geeignete Zellen ausgebildet worden.

Die Hartschicht und Rindenschicht sind in der mannigfaltigsten Weise als Schutzmittel der Galle einerseits gegen die Gefahr des Vertrocknens im Hochsommer, anderseits gegen die Angriffe der Vögel und anderer größerer Tiere ausgebildet. Zu dem letzteren Zwecke ist die Rindenschicht häufig in ähnlicher Weise gestaltet wie die Fruchthüllen, welche den Samen, beziehentlich den Keimling, zu schützen haben (vgl. S. 436). So erklären sich die herben Stoffe, harten Schalen, pelzigen Überzüge, struppigen Fortsätze und noch zahlreiche andere Schutzmittel, welche an den Gallen gerade so wie an den Fruchthüllen ausgebildet sind, und welche nicht zum geringsten die merkwürdige Ähnlichkeit von Gallen und Früchten bedingen. Manche eigentümliche Ausbildung an der Oberfläche dieser fruchtähnlichen Gallen sind freilich aus diesen Gesichtspunkten allein nicht zu erklären, und es mögen in ihnen, wie in so vielen anderen Fällen noch andere Vorteile liegen, für welche uns das Verständnis derzeit noch abgeht.

Die zwischen Früchten und Markgallen bestehende äußere Ähnlichkeit bietet brauchbare Anhaltspunkte, um die letzteren übersichtlich in Gruppen zusammenzustellen und sie in beerenartige, pflaumenartige, apfelartige, nußartige, kapselartige 2c. einzuteilen. Die an den Pollenblüten der österreichischen Eiche (Quercus Austriaca) durch Andricus grossulariae veranlaßte Einzelgalle hat nicht nur die Form und Größe einer Johannisbeere, sondern ist auch rot gefärbt und saftreich, und wenn an einem Blütenstande der genannten Eiche gleichzeitig mehrere solcher Gallen zur Entwickelung gekommen sind, so ist man beim ersten Anblicke wirklich versucht zu glauben, es seien hier Trauben der Johannisbeere durch irgend einen Zufall auf die Eichenzweige übertragen worden. Die durch die Buchengallmücke (Hormomyia fagi) verursachten Gallen auf den Laubblättern der Rotbuche ähneln dagegen kleinen Pflaumen insofern, als sie mit einer Hartschicht ausgestattet sind, welche mit dem Steinkerne, und einer Zellschicht, welche mit dem Fruchtfleische einer Pflaumenfrucht zu vergleichen ist. Auch die durch Gallwespen aus der Gattung Aulax veranlaßten Gallen an den Fruchtknoten mehrerer Lippenblütler, namentlich der Nepeta Pannonica und Salvia officinalis, ahmen die Form von Steinfrüchten nach. Das Insekt legt seine Eier in einen der vier Fruchtknoten, welche im Grunde der Blüte ausgebildet sind. Dieser Fruchtknoten vergrößert sich nun binnen einer Woche zu einer glatten, gelblichgrünen Kugel, welche schon äußerlich das Ansehen einer unreifen Ahlkirsche hat. Ein Durchschnitt lehrt, daß sie auch ganz denselben Bau wie eine Kirschen-, Pflaumen- oder Steinfrucht besitzt. Die saftreiche Außenschicht umgibt einen festen Steinkern und in der Höhlung dieses Steinkernes liegt statt des Samens die weiße Larve des Gallenerzeugers. Ähnlich wie die Früchte fallen diese Gallen dann im Juli ab, kommen auf die Erde zu liegen, überwintern daselbst, und erst im nächsten Jahre frißt sich das ausgewachsene Insekt durch die Gallenwand eine Ausflugsöffnung. Auf die Ähnlichkeit der unter dem Namen Galläpfel bekannten, durch verschiedene Cynipiden erzeugten kugeligen Eichengallen (s. Abbildung, S. 531, Fig. 3) und der auf den Rosen- und Weidenblättern vorkommenden kleinen, rotbackigen, durch Rhodites Eglanteriae, beziehentlich Nematus gallarum veranlaßten Gallen (s. Abbildung, S. 525, Fig. 2 und 7) mit Apfelfrüchten wurde

schon im Eingange dieses Abschnittes hingewiesen. Besonders häufig sind Markgallen, welche an gewisse Trockenfrüchte erinnern. Die an der grünen Rinde junger Eichenzweige entstehenden, durch Aphilothrix Sieboldi veranlaßten Gallen (s. Abbildung, S. 534, Fig. 1) mahnen an die Früchte von Metrosideros-Arten, die auf den Blättern der österreichischen Eiche durch Neuroterus lanuginosus und Spathegaster tricolor erzeugten Gallen (s. Abbildung, S. 534, Fig. 11 und 14) haben eine ausgesprochene Ähnlichkeit mit den Schließfrüchten des Waldmeisters und des kletternden Labkrautes (Asperula odorata und Galium Aparine), die „hemdknöpfchenförmigen" Gallen, welche auf den Eichenblättern durch die Gallwespen Neuroterus fummipennis und numismaticus hervorgebracht werden, ahmen die Früchte von Omphalodes nach (s. Abbildung, S. 534, Fig. 12 und 13), und die auf den Blättern von Duvalia longifolia durch den Schmetterling Cecidoses Eremita erzeugte Galle hat die Gestalt einer mit Deckel aufspringenden Kapsel (s. Abbildung, S. 526, Fig. 5 u. 6). Die Oberfläche dieser Gallen erscheint wie jene der Früchte in allen erdenklichen Abstufungen glatt, warzig, höckerig, mit Samt- oder Wollhaaren, mit Borsten und Stacheln, Fransen und Krallen und selbst mit moosartigen Auswüchsen besetzt. Die an den wilden Rosen vorkommenden Gallen, von deren Oberfläche moosartige Auswüchse ausgehen (s. Abbildung, S. 525, Fig. 1), sind seit uralter Zeit unter dem Namen Bedeguar bekannt. Sie werden durch die Rosengallwespe (Rhodites Rosae) veranlaßt, die ihre an der einen Seite spitz zulaufenden und mitunter hakig gebogenen Eier zeitig im Frühlinge in die Oberhaut eines noch in der Knospe zusammengefalteten, unentwickelten Laubblattes hineinsteckt. Dadurch wird eine veränderte Wachstumsweise in der Umgebung veranlaßt, welche sich zunächst durch die Ausbildung zahlreicher Haare kundgibt. Die aus den Eiern ausgekrochenen Larven dringen tiefer in das Blattgewebe ein, das sich zu einem Gallenmarke ausgestaltet und je nach der Zahl der Larven mehr oder weniger Kammern enthält. Von der Außenschicht erheben sich immer mehr und mehr Haare und Fransen, und es entstehen so diese seltsamen Gebilde, von welchen ehemals die Meinung herrschte, daß sie, unter das Kopfkissen gelegt, einen ruhigen Schlaf herbeizuführen im stande seien. Meistens werden die Stiele der in der Knospe liegenden jungen Blätter angestochen, und in diesem Falle sterben dann die darüber folgenden Teile des Blattes frühzeitig ab. Seltener wird das Ei in die Oberhaut eines Teilblättchens gelegt, in welchem Falle die Blätter ihre gewöhnliche Größe erreichen und nur auf dem betreffenden Teilblättchen mit einem kleinen Bedeguar besetzt sind, wie es die Abbildung auf S. 525, Fig. 1 zeigt. Wenn gleichzeitig die Blattstiele von drei jugendlichen, in der Knospe zusammengedrängten Blättern angestochen werden, was sehr oft vorkommt, so entstehen drei an einer verkürzten Achse dicht zusammengedrängte Einzelgallen, und das ganze Gebilde erreicht dann nicht selten die Größe eines Pinienzapfens.

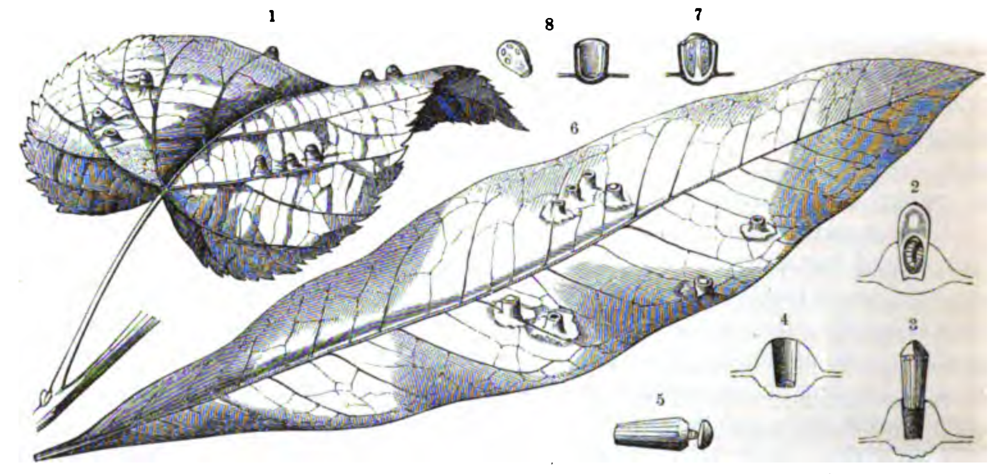
Die Stelle, wo das wachstumfähige Gewebe der Pflanze von dem eierlegenden Tiere angestochen wird, erhält sich in manchen Fällen als ein freier Kanal; in anderen Fällen bildet sich an der Wundstelle ein Korkgewebe aus, so daß die Kammer, in welcher die Larve lebt und zur Puppe wird, von der Außenwelt ringsum abgeschlossen ist. Das aus der Puppe kommende Insekt muß sich in solchen Fällen durch die Wand der Galle selbst einen Ausführungsgang bilden, was dadurch geschieht, daß von dem entwickelten Tiere mittels der Kiefer ein Loch ausgebissen wird (s. Abbildung, S. 534, Fig. 3). Die Gallwespen (Cynipiden) verlassen ausnahmslos auf diese Weise den Raum, welcher ihnen bisher nicht nur als sichere Wohnung, sondern zugleich als eine nie versiegende Speisekammer gedient hat. Wesentlich anders verhält es sich mit einem Teile jener Markgallen, welche den Fliegen aus den Gattungen Hormomyia, Diplosis und Cecidomyia ihre Entstehung verdanken, wie beispielsweise mit der an den Blattflächen und Blattstielen der Espe (Populus tremula) durch Diplosis tremulae und der auf den Blättern der Salweiden (Salix Caprea,

cinerea, grandifolia) durch Hormomyia Capreae veranlaßten Gallenbildungen. Hier wird nämlich schon bei der Ausbildung des Markes ein Ausführungsgang vorbereitet. Die Wand der Galle besteht zwar gerade so wie bei den meisten anderen Markgallen aus einem Gallenmarke, einer Hartschicht und einer Oberhaut, aber das mächtig entwickelte Mark und auch die Hartschicht schließen die kleine Larvenkammer nicht ringsum ein, sondern lassen an dem am stärksten vorgewölbten Teile der Galle einen Ausführungsgang offen. Solange die Oberhaut über diese Stelle gespannt ist, wird die Mündung dieses Ausführungsganges allerdings nicht bemerkt, aber wenn für das Insekt die Zeit zum Verlassen der bisher bewohnten Kammer gekommen ist, bildet sich in der gespannten Oberhaut von selbst ein klaffender Spalt. In manchen Fällen mögen wohl auch die Insekten, beziehentlich die sich vorschiebenden Puppen die dünne Haut durchbrechen. Bei der durch Hormomyia fagi auf den Buchenblättern veranlaßten ebenso häufigen als weitverbreiteten Markgalle, von der schon wiederholt die Rede war, kommt ein eigentümlicher Verschluß zur Ausbildung, welcher mit einer Klappe verglichen werden kann. Ähnlich wie die Puppen vieler Schmetterlinge sich in den von der Raupe beim Einspinnen vorbereiteten Ausführungsgang des Kokons so weit vorschieben, als notwendig ist, damit der Schmetterling unbeschadet ausfliegen kann, drängt sich auch die Puppe der Hormomyia fagi durch den klappenartigen Verschluß an der Basis der Galle vor, worauf das geflügelte Insekt die Hülle der Puppenhaut verläßt.

Überaus merkwürdig und darum einer eingehenderen Schilderung wert ist die Art und Weise, wie sich jene Markgallen öffnen, welche einer mit Deckel aufspringenden Kapsel ähnlich sehen und dem entsprechend als Kapselgallen angesprochen wurden. Solange die Larve oder Raupe in der Gallenkammer Unterstand hat und sich dort ernährt, erscheint die Galle ringsum abgeschlossen; wenn aber die Zeit herannaht, in welcher die Larve die Kammer verlassen soll, um sich in der Erde zu verpuppen, findet entlang einer kreisförmigen Linie eine Trennung in dem Gewebe statt, und der von dem Kreise umschriebene Teil der Gallenwand wird als Deckel abgestoßen. Sehr hübsch ist dieser Vorgang an der durch die Gallmücke Cecidomyia cerris (s. Abbildung, S. 526, Fig. 7) an den Blättern der österreichischen Eiche (Quercus Austriaca) veranlaßten Galle zu verfolgen. Die Galle stellt im geschlossenen Zustande ein festes rundliches Gehäuse dar, welches in das Blatt so eingeschaltet ist, daß es sich über die obere Blattseite als kleiner bespitzter Kegel, über die untere Blattseite als eine Scheibe, welche mit einem Näschen aus dicht zusammengedrängten Haaren besetzt ist, erhebt. Im Herbste trennt sich von der unteren Seite dieses Gehäuses ein kreisrundes, deckelartiges Stück los. Dasselbe entspricht genau dem Umfange der erwähnten mit Haaren besetzten Scheibe und ist so scharf umgrenzt, daß es den Eindruck macht, es sei mit einem Messer herausgeschnitten worden (s. Abbildung, S. 526, Fig. 8 und 9). Der Deckel fällt nun ab und auch die Larve, welche aus dem Ei hervorgegangen war und die den Sommer hindurch in der Kammer dieser Galle gelebt hatte, fällt zu Boden, dringt in die Erde, spinnt sich dort ein und verwandelt sich im darauffolgenden Frühlinge zu einer Puppe, aus welcher im Mai die Gallmücke ausschlüpft.

Noch seltsamer ist die durch einen Schmetterling (Cecidoses Eremita) an dem grünen Rindengewebe der jungen Zweige von Duvalia longifolia, einer südamerikanischen Anakardiacee, hervorgebrachte, auf S. 526, Fig. 5 und 6 abgebildete Galle. Dieselbe ist kugelrund, sehr hart und beherbergt in ihrer großen Kammer die aus dem Ei hervorgegangene Raupe. Wenn die Zeit zum Verpuppen herangerückt ist, bildet sich gegenüber von dem Ansatzpunkte der Galle ein Pfropfen aus, der mit einem vorspringenden Rande versehen ist. Nach Entfernung desselben bemerkt man ein kreisrundes Loch, welches in die Gallenkammer führt und durch welches die Raupe ihren bisherigen Wohnort verläßt. Wer diese Galle nicht mit eigenen Augen gesehen hat, könnte versucht sein, die Schilderung derselben für eine Fabel

zu halten. Und doch gibt es noch merkwürdigere Formen in dieser Abteilung der Gallenbildungen. An den Blättern der großblätterigen Linde (Tilia grandifolia) entsteht in der Umgebung des von der Gallmücke Hormomyia Réaumuriana gelegten Eies eine Wucherung, welche zunächst die Gestalt einer in das grüne Gewebe der Blattspreite eingeschalteten flachen Linse zeigt, allmählich aber sich vergrößert und an der oberen Blattseite als ein stumpfer Kegel, an der unteren als halbkugelige Warze vorragt. Die Kammer dieser Galle ist von der Made der genannten Gallmücke bewohnt. Im Juli verfärbt sich die Spitze des kegelförmigen Teiles, wird gelb und braun, und nun bemerkt man auch eine Furche, welche den Kegel umsäumt. Wird die Galle zu dieser Zeit der Länge nach durchschnitten, so erkennt man, daß sich in dem die Kammer umgebenden Gewebe eine Scheidung in zwei Schichten derart vollzogen hat, daß die äußere Schicht, welche in das grüne, unveränderte



Markgallen: 1. Kapselgallen auf dem Blatte der großblätterigen Linde (Tilia grandifolia), verursacht durch Hormomyia Reaumuriana. — 2. Längsschnitt durch eine solche Galle, im Inneren die Made zeigend. — 3. Längsschnitt durch eine Kapselgalle, aus der eben die Innengalle hervortritt. — 4. Außengalle nach dem Ausfallen der Innengalle. — 5. Innengalle im Moment des Abfallens des Deckels. — 6. Kapselgallen auf dem Blatte einer brasilischen Celastrus-Art. — 7. Längsschnitt durch eine dieser Gallen. — 8. Dieselbe nach dem Ausfallen der Innengalle. — Fig. 1 und 6 in natürlicher Größe, Fig. 2—5 und 7 und 8: 2fach vergrößert. Vgl. Text, S. 533.

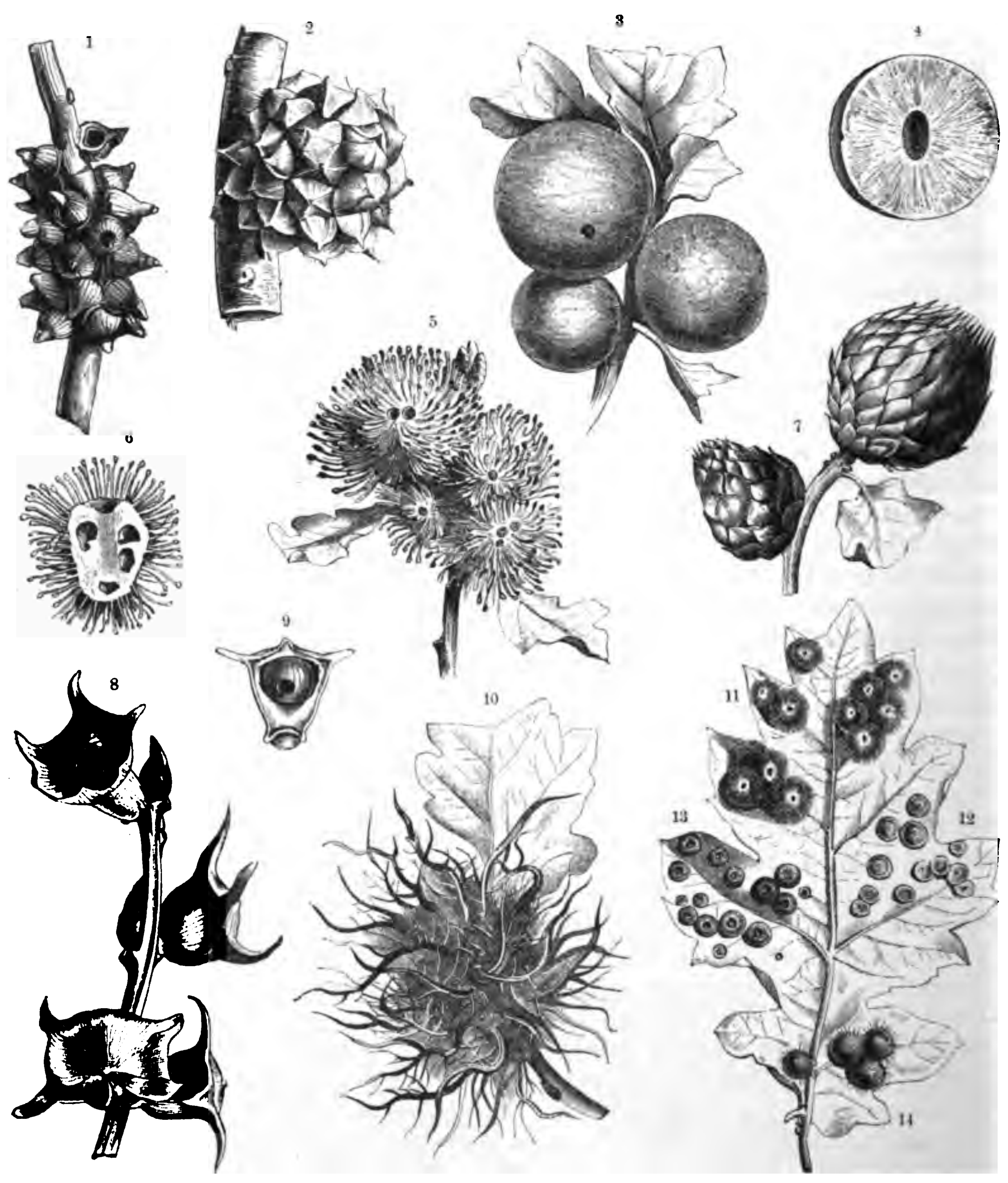
Blattgewebe allmählich übergeht, zu einem Walle geworden ist, welcher die innere, die Made unmittelbar umhüllende Schicht bis zur Höhe der obenerwähnten Kreislinie umgibt. Das ganze Gewebe hat sich in eine „Außengalle" und eine „Innengalle" gesondert, und die Innengalle erscheint wie ein Ei im Eibecher eingesenkt (s. obenstehende Abbildung, Fig. 2). Im Hochsommer trennt sich die Innengalle vollständig von der Außengalle und wird von der letzteren förmlich ausgestoßen. Das geschieht dadurch, daß das Gewebe der Außengalle stark aufquillt, so daß ein Druck auf die einem Pfropfen nicht unähnliche und unterwärts etwas verschmälerte Innengalle ausgeübt wird (s. obenstehende Abbildung, Fig. 3). Die ausgestoßene Innengalle fällt auf die Erde unter den Lindenbaum und nimmt eine dunkelbraune Farbe an; die Außengalle aber hat nun die Gestalt eines Kraters, dessen Grund von dem aufgequollenen Zellgewebe eingenommen ist (s. obenstehende Abbildung, Fig. 1 und 4), später schrumpft sie und erscheint dann als eine durchlöcherte, grüne Verdickung in der grünen Spreite des Lindenblattes. Die abgefallene Innengalle ist an dem stumpf kegelförmigen Ende glatt, gegen das entgegengesetzte Ende zu etwas gestreift und hat Ähnlichkeit mit der abgefallenen Frucht eines Korbblütlers. Die Kammer dieser Innengalle birgt die Gallmückenlarve, welche sich noch eine Zeitlang von dem saftigen, die Innenwand der Kammer bekleidenden Zellgewebe ernährt, sich in der Kammer auch während des Winters ruhend

verhält und im darauf folgenden Frühlinge verpuppt. Vor der Verpuppung wird von ihr eine ringförmige Furche unter der kegelförmigen Gallenspitze ausgefressen, und wenn dann die Puppe ausschlüpfen will, braucht sie nur an die Gallenspitze zu drücken, worauf sofort im Umkreise der Furche eine Trennung des Zusammenhanges erfolgt, die kegelförmige Gallenspitze als Deckel abgeworfen und eine weite Ausgangspforte gebildet wird (s. Abbildung, S. 532, Fig. 5). Eine sehr ähnliche Gallenbildung findet sich an den Laubblättern einer in Brasilien vorkommenden Art der Gattung Celastrus (s. Abbildung, S. 532, Fig. 6—8), nur enthält dort die Innengalle mehrere Kammern, und die Außengalle hat die Form eines der grünen Blattfläche aufgesetzten Bechers.

Die Ursprungsstelle der Markgallen wird durch die gallenerzeugenden Tiere bestimmt. Diese sind in betreff der Stelle, wohin sie ihre Eier legen, im allgemeinen sehr wählerisch, und es ist wahrhaft staunenswert, mit welcher Findigkeit von ihnen selbst sehr versteckte und schwer zugängliche Punkte aufgefunden werden, wenn Aussicht vorhanden ist, daß dort die aus dem Ei hervorkommenden Larven nicht nur Nahrung, sondern auch eine gesicherte Heimstätte finden. Die kleine Gallwespe Blastophaga grossorum legt ihre Eier in die Fruchtknoten der sogenannten Gallenblüten im Inneren der Urnen von Ficus Carica (s. S. 157 und Abbildung, S. 154, Fig. 14 und 15); die Gallwespen Andricus amenti und Neuroterus Schlechtendali legen sie in die Pollenblätter der österreichischen Eiche, die Gallwespe Cynips caput Medusae legt sie an die Seite der Hüllblättchen, welche die Fruchtblüten der Eichen (Quercus sessiliflora und pubescens) umgeben, und erzeugt dort eine Galle mit unzähligen wirr durcheinander geflochtenen starren und spitzen Fransen, welche die Angriffe anderer Tiere abwehren (s. Abbildung, S. 534, Fig. 10), unzählige gallenerzeugende Insekten legen die Eier an die untere Seite der Laubblätter, wobei einige das grüne Gewebe, andere die Stränge bevorzugen. Andricus curvator wählt mit Vorliebe den Rand der Eichenblätter; Diplosis tremulae die Blattstiele der Espe, und zwar dort, wo diese in die Blattspreite übergehen. Mehrere Gallwespen, wie z. B. Andricus aestivalis und Andricus grossulariae, suchen sich die Achse, beziehentlich den Blütenboden in den Blütenkätzchen der österreichischen Eiche zum Eierlegen aus, und besonders häufig erheben sich die Markgallen von der grünen Rinde der Zweige, in welche namentlich gewisse Cynipiden, z. B. Aphilothrix Sieboldi (s. Abbildung, S. 534, Fig. 1), ihre Eier legen. Am seltensten entstehen die Markgallen an den Wurzeln, doch sind auch solche, und zwar veranlaßt durch die Gallwespe Aphilothrix radicis und Borkiza aptera, bekannt geworden.

Zusammengesetzte Gallen werden diejenigen genannt, zu deren Aufbau mehrere unmittelbar aneinander grenzende Glieder einer Pflanze einbezogen wurden. Sie lassen sich in drei Gruppen, in Knoppergallen, Kuckucksgallen und Klunkergallen, zusammenstellen. Die **Knoppergallen** umfassen mehrere, häufig sogar sämtliche Glieder eines Sprosses. Die Achse dieses Sprosses erscheint immer gestaut und über das gewöhnliche Maß verdickt. Der angeschwollene Teil enthält in seinem Inneren eine oder mehrere von einer Markschicht umgebene Larvenkammern. Man kann von den Knoppergallen wieder zweierlei Formen unterscheiden, erstens blattlose, welche der Blätter entbehren oder besser gesagt, bei denen die Blätter in Höcker, Zacken und Kolben umgewandelt sind, die ohne Grenze in die angeschwollene, die Larvenkammer enthaltende Achse übergehen, und zweitens in beblätterte, welche mit schuppenförmigen Hochblättern oder mehr oder weniger entwickelten grünen Laubblättern besetzt sind. Von den **blattlosen Knoppergallen** sind insbesondere jene Formen hervorzuheben, welche mit eigentümlichen Schutzmitteln gegen die Angriffe der den Gallenwespenlarven nachstellenden Tiere ausgerüstet sind. Die auf S. 534, Fig. 8 und 9 abgebildete, durch Cynips polycera veranlaßte, aus den Blattknospen der Quercus pubescens und sessiliflora hervorgehende und gewissermaßen einen ganzen Seitentrieb vertretende

Galle hat die Form einer jungen Mispelfrucht und 3—5 abstehende, starre und spitze Zacken, welche als metamorphosierte, aber ohne Grenze in das Gewebe der Sproßachse übergehende



Eichengallen: 1. Markgallen an der Rinde, veranlaßt durch Aphilothrix Sieboldi. — 2. Knoppergalle aus einer Blattknospe, veranlaßt durch Cynips Hartigii. — 3. Markgallen an einem Eichenzweige, veranlaßt durch Cynips Kollari. — 4. Eine solche Galle durchschnitten. — 5. Knoppergallen aus Blattknospen, veranlaßt durch Cynips lucida. — 6. Eine solche Galle durchschnitten. — 7. Beblätterte Knoppergalle, veranlaßt durch Aphilothrix gemmae. — 8. Knoppergallen aus Blattknospen, veranlaßt durch Cynips polycera. — 9. Längsschnitt durch eine solche Knoppergalle. — 10. Galle an der Fruchthülle der Quercus pubescens, veranlaßt durch Cynips caput medusae. — 11 bis 14. Markgallen auf dem Blatte der österreichischen Eiche (Quercus Austriaca): 11. veranlaßt von Neuroterus lanuginosus, — 12. von Neuroterus numismaticus, — 13. von Neuroterus fumipennis, — 14. von Spathegaster tricolor. Vgl. Text, S. 529, 530, 533—535.

Blattgebilde angesehen werden können. Diese Galle ist einkammerig, und es hat sich das Gewebe ihrer Wand in eine Außengalle und kugelige, markige Innengalle gesondert. Die

auf S. 534, Fig. 2 abgebildete Galle wird durch die Gallwespe Cynips Hartigii veranlaßt, welche ein Ei in die Mitte einer Blattknospe der Stieleiche (Quercus sessiliflora) legt. Aus einer solchen Blattknospe entwickelt sich statt eines belaubten Sprosses eine einkammerige, kleine Galle, von deren Umfange große nagelförmige oder keulenförmige Fortsätze ausgehen, welche als umgewandelte Blätter zu deuten sind. Die verdickten, eckigen Enden dieser Fortsätze schließen dicht zusammen und bilden so gewissermaßen eine zweite äußere Hülle der Gallenkammer, welche zu durchbringen feindlichen Schlupfwespen nicht möglich ist. Durch die Anordnung und Form der zusammenschließenden Fortsätze erinnert diese Galle lebhaft an die Zapfenfrucht einer Cypresse. Noch seltsamer ist die aus den Knospen verschiedener Eichen (Quercus pendulina, sessiliflora, pubescens) hervorgehende und durch die Gallwespe Cynips lucida veranlaßte Galle (s. Abbildung, S. 534, Fig. 5 u. 6). Dieselbe enthält mehrere Larvenkammern und ein reichliches Markgewebe, und von ihrem Umfange erheben sich unzählige dünne Fortsätze, welche an Leimspindeln erinnern, insofern nämlich als sie an dem köpfchenförmig verdickten Ende sehr klebrig sind. Die dem Gallenerzeuger feindlich gesinnten Schlupfwespen und andere Tiere nehmen sich wohl in acht, mit diesen Leimspindeln in Berührung zu kommen. Auch bei dieser Galle mag man die von der angeschwollenen Achse ausgehenden Fortsätze als metamorphosierte Blätter deuten. Es gibt übrigens unter den in diese Gruppe gehörigen, aus Blattknospen hervorgegangenen Gallen auch solche, an welchen die Blätter nur mehr durch Höcker angedeutet sind. So verhält es sich z. B. mit der vielkammerigen, schwammigen, an der Sonnenseite rotbackigen, im übrigen bleichen Galle, welche an den Zweigspitzen der Stieleiche durch die Gallwespe Dryoteras terminalis hervorgebracht wird, und die in ihrer Form lebhaft an einen Kartoffelknollen erinnert. Wie an der Kartoffelknolle sind nämlich auch an dieser Galle die Blattgebilde nur mehr durch verschwommene, kleine Wülste und Höcker angedeutet. In diese Abteilung der Knoppergallen gehört auch noch diejenige, welche im Volksmunde insbesondere den Namen Knopper führt, unter diesem Namen in den Handel gebracht wird und deren Name auch auf die ganze erste Gruppe der zusammengesetzten Gallen übertragen wurde. Es ist das die durch Cynips calicis an der Stieleiche hervorgebrachte, eckige und unregelmäßig geriefte Galle, welche aus dem Ende einer Blütenachse entspringt und nicht nur die Fruchtknoten, sondern auch die aus mehreren Deckschuppen zusammengesetzten Fruchtbecher in die Wucherung einbezieht. Auch reihen sich in diese Abteilung der Gallen noch die unregelmäßigen, plumpen Anschwellungen der Espenzweige (Populus tremula), welche durch die Larve eines Käfers (Saperda populnea), sowie die nußgroßen, mehrkammerigen, holzigen „Krebsgeschwülste", die an den Zweigen der Weiden durch Nematus medullaris veranlaßt werden.

Als Vorbild für die beblätterten Knoppergallen mag vorerst die auf S. 534, Fig. 7 abgebildete Galle dienen, welche durch die Gallwespe Aphilothrix gemmae an verschiedenen Eichen (Quercus pedunculata, sessiliflora, pubescens) entsteht. Dieselbe erinnert an einen Hopfen- oder Lärchenzapfen, entwickelt sich aus den Laubknospen der genannten Eichen, zeigt eine stark verkürzte, angeschwollenene Achse, deren Gewebe sich in eine Außengalle und eine Innengalle gesondert hat, und ist mit zahlreichen, vertrockneten, braunen, lanzettlichen, behaarten Schuppen besetzt, welche die Gestalt von Deckblättern haben. Knoppergallen, welche mit grünen Laubblättern besetzt sind, werden durch die Gallwespe Andricus inflator auf der Stieleiche, vorzüglich aber durch Bohrfliegen und Gallwespen auf krautartigen Gewächsen, so namentlich von Urophora cardui auf Cirsium arvense, von Diastrophus Scabiosae an mehreren Flockenblumen (Centaurea alpestris, Badensis, Scabiosa), von Aulax Hieracii an verschiedenen Habichtskräutern (Hieracium murorum, silvaticum, tridentatum &c.) hervorgebracht. Gewöhnlich sind die Laubblätter teilweise verkrüppelt, und nicht selten ist von einem Teile der Laubblätter die Spreite ganz verkümmert, so daß dann

der betreffende Teil der Galle nur mit den schuppenförmigen Blattscheiden besetzt erscheint. Ein auf der Insel Kreta einheimischer Salbei trägt so häufig beblätterte, an kleine Quittenäpfel erinnernde, durch eine Aulax-Art verursachte Knoppergallen, daß sie von Linné Salvia pomifera genannt wurde. Der Stengel dieses Salbeies ist kugelig aufgetrieben, und die kugelige, außen graufilzige Masse ist oben mit einer Gruppe kleiner runzeliger Blätter besetzt, welche den stehenbleibenden Kelch eines Quittenapfels nachahmen. Die bekannteste und verbreitetste der hierher gehörigen Formen, jene an den genannten Habichtskräutern, stellt knollige Auftreibungen des Stengels dar. In dem vergrößerten Stengelmarke sind die Larvenkammern eingeschaltet, der Gefäßbündelring, der vielfache Verschiebungen erfahren hat, bildet die Schutzschicht und die Rinde des befallenen Stengelteiles die Rindenschicht der Galle. Die Oberhaut ist auffallend stark behaart.

Den mit Laubblättern besetzten Gallen schließen sich noch diejenigen an, zu deren Aufbau Blumenblätter in Verwendung gekommen sind. Sie gehen aus Blütenknospen hervor, in welche von kleinen Gallmücken Eier gelegt wurden. Die aus dem Ei schlüpfenden Larven leben in der Höhlung des Fruchtknotens oder, wo dieser mehrere Fächer hat, in einem der Fächer desselben, und dieser Raum erlangt dadurch die Bedeutung einer Larvenkammer. Die Blumenkrone, welche in der Blütenknospe den Fruchtknoten einhüllt, öffnet sich nicht, sondern erhält sich als eine geschlossene Kappe über der Larvenkammer. Der Kelch erscheint aufgebläht, vergrößert, bisweilen fleischig angeschwollen. Die ganze Galle macht den Eindruck einer Knospe oder kleinen Zwiebel und erinnert an jene knospenförmigen Ableger, welche an Stelle der Blüten an den Hochblattstengeln gewisser Laucharten so häufig entstehen. Besonders findet man solche Gallen am Hornklee (Lotus corniculatus), wo sie durch die Gallmücke Cecidomyia Loti, an verschiedenen Arten der Königskerze (Verbascum Austriacum, nigrum, Lychnitis ꝛc.), wo sie durch Cecidomyia Verbasci, an mehreren Arten des Gamanders (Teucrium montanum, Scordium ꝛc.), wo sie durch die Gallmücke Lactomelopus Teucrii, und an der Teufelskralle (Phyteuma orbiculare), wo sie durch Cecidomyia phyteumatis hervorgebracht werden.

Den Knoppergallen schließen sich jene merkwürdigen Gallenbildungen an, welche bei dem Landvolke in Österreich unter dem Namen Kuckucksknöpfe bekannt sind, und von denen ebenso wie von den schaumigen, speichelartigen, durch die Schaumcikade an der Kuckucksnelke abgeschiedenen Massen geglaubt wird, daß der Kuckuck an ihrem Entstehen beteiligt sei. Man kann den Namen, in Kuckucksgallen abgeändert, für die ganze Gruppe von Gallen verwenden. Die **Kuckucksgallen** fallen durch ihre bleiche, weißliche Farbe, durch das weiche, schwammige Gewebe und insbesondere auch dadurch auf, daß sie nur den Grund der Sprosse umwallen, während das Ende des betroffenen Sprosses unverändert weiter wachsen kann. Man hat sie im Hinblicke auf diese Eigentümlichkeit auch mit den Früchten der Ananas verglichen, über deren fleischiger Sammelfrucht bekanntlich die Achse als ein grün belaubter Schopf sich erhebt, der nach dem Ausreifen der Frucht seine Wachstumsfähigkeit nicht eingebüßt hat. Die Entwickelungsgeschichte der Kuckucksgallen ist dieselbe wie jene der Überwallungsgallen, und sie unterscheiden sich von diesen überhaupt nur dadurch, daß an ihrer Ausbildung nicht nur ein vereinzeltes Glied oder nur ein Teil eines Gliedes der Pflanze, sondern eine ganze Gruppe benachbarter Glieder beteiligt ist. Die bekannteste und verbreitetste in diese Gruppe gehörige Galle wird durch die Blattlaus (Chermes abietis) an den Zweigen der Fichtenbäume (Abies excelsa) hervorgebracht (s. Abbildung, S. 526, Fig. 1). Eine der „Altmütter" der genannten Blattlaus saugt sich zeitig im Frühlinge, ehe noch die Laubknospen der Fichten sich zu strecken beginnen, an der untersten Knospenschuppe fest und legt neben sich ein Häufchen Eier ab. Die Verletzung, welche durch das Saugen veranlaßt wird, und noch mehr die Einführung von Stoffen in das verletzte Gewebe, welche von dem saugenden Tiere

herstammen, veranlaßt in dem darüberstehenden Teile des Triebes die merkwürdigsten Veränderungen. Die Achse des Sprosses verdickt sich. Die Basis der von dieser Achse ausgehenden nadelförmigen Blätter schwillt an und gestaltet sich zu einem weichen, weißlichen, saftreichen Gewebe, dessen Zellen unter anderem auch Stärkemehlkörner in großer Menge enthalten. Das freie Ende dieser nadelförmigen Blätter behält die Form und dunkelgrüne Farbe der gewöhnlichen Fichtennadeln und erscheint der kissenförmigen blassen Basis aufgesetzt. Inzwischen sind aus den Eiern, welche von der Altmutter abgelagert wurden, junge Tiere ausgekrochen, welche ihre Geburtsstätte verlassen, zu dem umgeänderten Teile des Sprosses emporkriechen und sich dort verteilen. Nun beginnt infolge des Reizes, welchen die Tiere auf ihre Unterlage ausüben, eine neue Wucherung in dem bleichen, kissenförmigen Gewebe. Es erheben sich von demselben krempenartige Vorsprünge, Wülste und Wälle, zumal an der vorderen Seite eines jeden Kissens, die benachbarten Wülste schließen zusammen, und die jungen Blattläuse werden förmlich überwallt und eingekapselt. Sie verbleiben hier in den durch Überwallung gebildeten kleinen Höhlungen, ernähren sich, häuten sich und vermehren sich. Erst im August beginnt die Galle auszutrocknen, jede der kleinen Höhlungen öffnet sich vor der grünen, dem Kissen aufgesetzten Nadelspitze mit einem Querspalt (s. Abbildung, S. 526, Fig. 1), und die Blattläuse verlassen nun die Räume, in welchen sie den Frühling und Sommer hindurch gehaust hatten.

Fast ebenso häufig wie auf den Fichtenbäumen werden die Kuckucksgallen, an den Sternkräutern, namentlich an verschiedenen Arten des Labkrautes (Galium Austriacum, boreale, uliginosum ꝛc.) und des Waldmeisters (Asperula galioides, tinctoria ꝛc.) angetroffen. Die befallenen Sproßteile bleiben verkürzt, und an der Basis der Blätter des Sprosses entstehen weiße, schwammige, kissenförmige Wucherungen, welche etwas rinnenförmig vertieft sind. Dadurch, daß die wuchernden Gewebe der benachbarten Blätter sich aneinander legen, gestalten sich die rinnen- oder muldenförmigen Vertiefungen zu kleinen Höhlungen, in welchen die Larven der gallenerzeugenden Mücken (Cecidomyia Galii und Asperulae) leben. Am gemeinen Labkraute (Galium Mollugo) gehen diese schwammigen Wucherungen nicht von der Basis der Blätter, sondern von der grünen Rinde der Stengel in der Umgebung der Ansatzpunkte der Blätter und Seitenzweige aus. Sie erheben sich als Wülste und Lappen, von welchen mehrere zu einer Art Kuppelbau zusammenschließen und eine Höhlung bilden, in welcher die Larven der Gallmücke leben. Die Laubblätter sind dabei in ihrer Form kaum verändert, auch die Seitenzweige, wenn solche dort entspringen, sind nicht umgestaltet, und man sieht sogar nicht selten kurze Seitenzweige, die von Blüten abgeschlossen werden, über die schwammige, weiße Kuckucksgalle unverändert emporragen. Auch an Schotengewächsen, namentlich an Barbaraea vulgaris, Nasturtium palustre, silvestre und Sisymbrium Sophia, kommen Kuckucksgallen vor. Sie werden durch Cecidomyia Sisymbrii veranlaßt und entstehen vorzüglich an der Basis der Blütenstiele in der Mittelhöhe der Doldentrauben. Es bilden sich dort schwammige weiße Gewebekörper aus, welche wie Hutkrempen die Blütenstiele umgeben. Indem diese Wucherungen der benachbarten Blütenstiele zusammenstoßen, entstehen Hohlräume, welche den Larven der Gallmücke zum Aufenthalte dienen. Von außen gesehen, stellen sich diese Gallen als höckerige, weiße, in die Blütenstände eingeschaltete Körper dar, welche an die Früchte des weißen Maulbeerbaumes erinnern.

Mit dem Namen Klunkern bezeichnet man in Norddeutschland Mißbildungen an den Blütenständen der Esche, an welchen die Häufung von Blattgebilden zu Knäulen, Knöpfen und Schöpfen besonders auffällt, und für welche durch genaue Untersuchung festgestellt wurde, daß sie als Gallen zu betrachten seien. Es empfiehlt sich, diesen Namen nicht nur festzuhalten, sondern auch zu verallgemeinern, so zwar, daß man alle zusammengesetzten Gallen, an welchen durch Häufung eigentümlich veränderter, von verkürzten Achsen ausgehender

Blätter Nischen und Schlupfwinkel für gallenerzeugende Tiere hergestellt werden, Klunkergallen nennt. Die Tiere, von welchen diese Gallen veranlaßt werden, gehören den verschiedensten Abteilungen an. Insbesondere sind es Mücken, Blattflöhe, Blattläuse und Milben, welche ins Spiel kommen, und von welchen erstere nur im Ei- und Larvenzustande, die anderen in allen Entwickelungsstadien von den betreffenden Pflanzenteilen leben. Die Ansiedelung erfolgt jedesmal an dem Ende eines Sprosses und zwar stets zur Zeit, wenn dieser noch unentwickelt in der Knospe steckt. Die Achse eines solchen Sproßendes bleibt infolge des Reizes der angesiedelten Tiere mehr oder weniger verkürzt, und auch die von derselben ausgehenden Blätter erfahren tiefgreifende Veränderungen. Damit für die zwischen den Blättern angesiedelten Tiere der nötige Raum geschaffen werde, ist entweder die Spreite, oder es ist der scheidenförmige Teil des Blattes vertieft und ausgehöhlt, und indem sich diese Teile der Blätter aufeinander legen, entstehen Höhlungen, nicht unähnlich denjenigen, welche sich an den Zapfen der Nadelhölzer für die heranwachsenden Samen ausbilden. Der Scheidenteil der Blätter ist nicht selten etwas verdickt, und sein saftiges Zellgewebe dient dann den in der Galle wohnenden Tieren zur Nahrung; in anderen Fällen sind die ausgehöhlten Blattspreiten dicht behaart, und der Überzug aus Haaren hat dann für die gallenerzeugenden Tiere dieselbe Bedeutung wie der Filz an einzeln stehenden, nicht zu Schöpfen verbundenen Blättern. Je nachdem die freien Enden der an dem Aufbaue dieser Gallen beteiligten Blätter abstehen oder zusammenschließen, und je nachdem die Achse, von welcher die Blätter ausgehen, mehr oder weniger gestaut ist, ergeben sich sehr mannigfaltige Formen dieser Gallen, und man wird beim Anblicke derselben bald an offene Rosetten, bald an geschlossene Ballen, bald an Büschel und Quaste, bald an Zöpfe und Hexenbesen erinnert.

Je nachdem die Klunkergallen in der Laub- oder Blütenregion der befallenen Pflanze zur Entwickelung kommen, lassen sich zwei Abteilungen derselben unterscheiden. Aus der Abteilung der in der Laubregion entstehenden und aus der Anlage belaubter Sprosse hervorgehenden Formen sind als die bekanntesten und auffallendsten folgende hervorzuheben. Zunächst die absonderlichen Gebilde an den Zweigspitzen der Salweiden (Salix aurita. Caprea, grandifolia ꝛc.), welche der Volksmund Weidenrosen nennt. Sie werden durch die Gallmücke Cecidomyia rosaria veranlaßt. Die Laubknospe, aus der sie entstehen, behält ihre kurze Achse und entwickelt aus dieser zahlreiche grüne Blätter, welche wie die Blätter einer gefüllten Rose gruppiert sind. Die untersten Blätter dieser „Rose“ weichen in ihrer Gestalt von den gewöhnlichen Laubblättern der betreffenden Weidenarten nur wenig ab. Meistens ist nichts weiter als eine Verkürzung und Verbreiterung des Blattstieles und der Blattscheide zu bemerken, während sich die grüne Spreite fast unverändert erhalten hat. An den weiter aufwärts, beziehentlich einwärts folgenden Blättern nimmt dagegen der scheidenförmige Teil des Blattes auffallend an Umfang zu und der grüne Spreitenteil an Umfang ab, und noch weiter gegen den Mittelpunkt der „Rose“ werden die Blätter schuppenförmig; es ist an denselben von der Blattspreite nichts mehr zu erkennen, und das Ende des verkürzten Sprosses ist nur mehr mit Resten von Blattscheiden besetzt. Bemerkenswert ist, daß die Zahl der Blätter in einer solchen Weidenrose immer größer ist als diejenige, welche an einem unveränderten Sprosse der betreffenden Weidenart gefunden wird. Wenn z. B. die Zahl der Blätter an einem Jahrestriebe der Salweide (Salix Caprea) 25 beträgt, so erscheint an einer „Rose“ dieser Weidenart die Zahl wenigstens doppelt so groß, was nur so zu erklären ist, daß hier eine Prolepsis stattgefunden hat, d. h. daß nicht nur der für das laufende Jahr angelegte Trieb, sondern überdies aus einer an diesem Triebe entstehenden Knospe auch noch ein Trieb, welcher unter gewöhnlichen Verhältnissen erst im nächstfolgenden Jahre entstanden sein würde, sich entwickelt hat. Wenn der Herbst kommt, treten die rosettenförmigen Gallen an den Salweidensträuchern schon von ferne deutlich hervor,

weil die sie zusammensetzenden Blätter nicht wie die anderen Blätter abfallen, sondern als braune, vertrocknete Gebilde an den Enden der Zweige zurückbleiben. Recht auffallend sind auch die rosettenförmigen Gallen, welche an den Zweigspitzen des Weißdornes (Crataegus Oxyacantha und monogyna) durch die Gallmücke Cecidomyia crataegi hervorgebracht werden. Dieselben sehen ganz eigentümlich struppig aus und machen fast den Eindruck kleiner Vogelnester. Infolge des von der Mückenlarve veranlaßten Reizes bekommen die betroffenen Blätter und Nebenblätter tiefere und zahlreichere Einschnitte; es bilden sich an Stelle der breiten Lappen schmale Zipfel und Fransen, die vielfach gekrümmt sind und an Geweihe von Renntieren erinnern. Aus der grünen Rinde der Zweige und aus dem Gewebe der Blattspreite, zumal über den Gefäßbündeln, erheben sich auch Weichstacheln, deren Ende köpfchenförmig verdickt ist, und häufig sieht man 3—5 solcher Weichstacheln zu hahnenkammförmigen Gebilden verwachsen. Auch diese struppigen Rosetten an den Weißdornzweigen erhalten sich lange über die Zeit hinaus, in der die gewöhnlichen Laubblätter abzufallen pflegen.

Einen bemerkenswerten Gegensatz zu diesen Klunkergallen, welche sich als weit offene Rosetten darstellen, bilden diejenigen, deren sämtliche Blätter zusammenschließen, sich gewissermaßen ballen, wie etwa die Blätter an einem Kohlkopfe, so daß die ganze Galle ein knopfförmiges Aussehen erhält. Die äußeren Blätter solcher Gallen sind rund, oberseits grubenförmig vertieft und schließen gewöhnlich wie Muschelschalen zusammen; die inneren haben zwar eine ähnliche Form, sind aber viel kleiner, tiefer ausgehöhlt, fleischig verdickt und von bleicher Farbe. Die durch Cecidomyia genisticola an Genista tinctoria erzeugten Gallen, ebenso wie jene, welche durch Cecidomyia Veronicae an Veronica Camaedrys und durch Gallmilben an dem Quendel (Thymus Serpyllum) hervorgebracht werden (s. Abbildung, S. 523, Fig. 4 und 5), bilden an den Spitzen der Triebe weiße Knöpfe, welche sich von dem dunkeln Grün der darunter stehenden Laubblätter schon von fern deutlich abheben. Die weiße Farbe rührt davon her, daß die wie Muschelschalen zusammenschließenden äußeren Blätter mit weißen Haaren dicht bekleidet sind. Durch Cecidomyia Artemisiae wird an den Zweigen der Artemisia campestris eine geschlossene Klunkergalle erzeugt, welche in weiße Wolle wie in ein Gespinst eingehüllt ist. Dagegen erscheinen die großen knopfförmigen, an den Felberweiden (Salix purpurea &c.) durch Cecidomyia rosaria hervorgebrachten sowie die an den Ährchen der Trespe (Bromus) durch eine Gallmilbe erzeugten geschlossenen Klunkergallen grün und kahl oder doch nicht über das gewöhnliche Maß behaart.

An den Sprossen der Eibe (Taxus baccata), des Leines (Linum usitatissimum), der cypressenartigen Wolfsmilch (Euphorbia Cyparissias), des stiellosen Leimkrautes (Silene acaulis) und mehrerer Eriken (Erica arborea, carnea &c.) entstehen durch den Einfluß verschiedener Mücken (Cecidomyia Taxi, Euphorbiae, Ericae scopariae &c.) Gallen mit linealen, aufrecht abstehenden, zu Büscheln zusammengedrängten Blättern. Der Grund der gehäuften Blätter und auch die Achse der Galle ist gewöhnlich etwas verdickt, wodurch der Eindruck hervorgebracht wird, daß die linealen Blätter einem rundlichen Knopfe aufsitzen, was namentlich bei der cypressenförmigen Wolfsmilch recht auffallend hervortritt. An diese Form reiht sich die unter dem Namen Kickebeere bekannte, an Zweigen des Wachholders (Juniperus communis) vorkommende, von der Gallmücke Lasioptera juniperina veranlaßte Gallenbildung an. Die nadelförmigen Blätter des Wachholders stehen an den unveränderten Sprossen zu drei und drei in Quirlen beisammen. Durch den Einfluß der Gallmücke Hormomyia juniperina erscheinen nun die Quirle am obersten Ende der Zweige so verändert, daß der vorletzte derselben infolge Verbreiterung der Nadeln einen dreizackigen Becher darstellt, während der letzte Quirl sich zu einem von drei kurzen Blättchen umschlossenen Gehäuse ausgestaltet. Diese Galle erinnert in ihrer Form sehr auffallend an die Zapfen gewisser Lebensbäume (Thuja occidentalis, orientalis und plicata).

An verschiedenen Simsen (Juncus), namentlich an Juncus alpinus und lamprocarpus, werden durch einen Blattfloh (Livia Juncorum) Gallen veranlaßt, welche das Ansehen einer Trobdel oder eines Quastes haben. Die Achse des befallenen Sprosses ist verkürzt, die sich deckenden Scheidenteile der Blätter sind sehr verbreitert, von bleicher Grundfarbe, an der Sonnenseite rot überlaufen und machen den Eindruck der Hülle eines Quastes. Die verkürzten, grünen Spreiten, welche den Scheidenteilen aufsitzen, sind dagegen fadenförmig und wie die losen Fäden eines Quastes gruppiert. Nicht selten entstehen in den Achseln einiger Blätter solcher Quaste kurze Seitensprosse, welche wieder ein quastenförmiges Aussehen zeigen, so daß das ganze Gebilde sich als ein Bündel aus Quasten darstellt.

Diesen Klunkergallen an den Halmen der Simse schließen sich die an Zöpfe und Hexenbesen erinnernden, durch Milben veranlaßten Gallen an den Zweigen der behaarten Felberweiden, namentlich der Silberweide (Salix alba), an. Statt der beblätterten, langen Weidenrute, wie sie unter gewöhnlichen Verhältnissen aus einer Laubknospe hätte hervorgehen sollen, ist ein Gewirre von Zweigen mit kurzen Blättchen ausgebildet, in dem man sich anfänglich gar nicht zurechtfinden kann. Bei eingehenderer Besichtigung bemerkt man, daß die Achse des in der Laubknospe angelegten Sprosses kurz geblieben ist, und daß aus den Achseln ihrer Blätter Seitensprosse, aus den Achseln der Blätter dieser Seitensprosse neuerdings Sprosse und so fort Sprosse dritter, vierter und fünfter Ordnung hervorgegangen sind. Es haben sich demnach hier im Laufe eines Monates Sprosse ausgebildet, welche ohne den Einfluß der Gallmilben erst im Laufe von drei, vier, fünf oder sechs Jahren aufeinander gefolgt sein würden, und es liegt in diesen Gallen wieder einer jener Fälle vor, welchen die Botaniker als Vorfall oder Prolepsis bezeichnet haben. Selbstverständlich sind alle Achsen dieser Sprosse gestaut und die sie bekleidenden Blätter verkleinert. Die Verkürzung und Verkleinerung nimmt allmählich zu, so zwar, daß die Achsen und Blätter an den Trieben vierter und fünfter Ordnung viel kleiner sind, als diejenigen zweiter und dritter Ordnung. Die letzten Seitentriebe bleiben knospenförmig, und ihre schuppenförmigen, kleinen Blättchen decken sich gegenseitig wie die Schuppen an dem Hüllkelche eines Korbblütlers. Einen ähnlichen Bau, wie diese zusammengesetzten Gallen der Felberweiden haben auch die durch Gallmilben hervorgebrachten „Hexenbesen“ an den Sträuchern des Flieders (Syringa vulgaris) und der Reinweide (Ligustrum vulgare). Manchmal greift bei ihnen die Umwandlung der Blätter an den Achsen dritter, vierter und fünfter Ordnung schon in die Blütenregion über, und solche Fälle bilden dann gewissermaßen ein Verbindungsglied zwischen den Klunkergallen der Laubblattstufe zu jenen der Hochblattstufe.

An den Klunkergallen der Hochblattstufe kommt begreiflicherweise eine der auffallendsten Veränderungen, welche die zuletzt besprochenen Gallenbildungen auszeichnet, nämlich die Stauung der Achse, nicht in Betracht. Jener Teil der Achse, welchen man den Blütenboden nennt, wächst ohnedies nicht zu einem verlängerten Sprosse aus, sondern erhält sich allezeit so kurz, daß die von ihm ausladenden Blumenblätter dicht übereinander stehen und Rosetten bilden, in deren Nischen und Winkeln sich zahlreiches kleines Getier aufhalten kann. Hier treten aber infolge des Reizes, welcher durch die angesiedelten Tiere veranlaßt wird, andere sehr auffallende Veränderungen hervor. Bei einigen Pflanzen kommen an Stelle der sonst roten, blauen, weißen oder gelben Blumenblätter grün gefärbte Blättchen zum Vorscheine, welche in ihrer Form an Laubblätter erinnern, und wir pflegen dann zu sagen, die Blätter seien „vergrünt“ oder „verlaubt“. Bei einem anderen Teile der befallenen Pflanzen wandeln sich die Pollenblätter in Blumenblätter um, und die Blüten, in welchen eine solche Veränderung stattgefunden hat, werden „gefüllt“ genannt. Endlich kommt es auch vor, daß die Fruchtblätter, welche für gewöhnlich zu einem Gehäuse miteinander verwachsen sind, als getrennte Lappen von dem Blütenboden abstehen, daß also gewissermaßen eine

Lösung ihres Verbandes stattgefunden hat, in welchen Fällen wir von „Antholyse“ sprechen. Es gibt auch durch den Einfluß der Gallmilben umgewandelte Blüten, welche zugleich vergrünt und gefüllt sind, und wo sich überdies der Stempel in seine Fruchtblätter aufgelöst hat.

Von Pflanzen, an deren Blüten diese Umwandlungen in allen erdenklichen Abstufungen beobachtet werden, sind insbesondere die kleinblütigen Arten der Gattung Hornkraut (Cerastium macrocarpum, triviale ꝛc.), mehrere Nelkengewächse (Lychnis Viscaria, Saponaria officinalis ꝛc.), Schotengewächse (Cardamine uliginosa, Camelina sativa, Lepidium Draba), Gentianen (Gentiana acaulis, rhaetica), Ehrenpreise (Veronica officinalis, saxatilis) und Schafgarben (Achillea millefolium, nana) erwähnenswert. Bei den Ehrenpreisen sind die Blumenblätter gewöhnlich stark verlaubt, die an Stelle der Blüten auftretenden Büschel, Rosetten und Knäuel aus kleinen, grünen Blättchen rücken an der Spindel des Blütenstandes zusammen und bilden grüne Trauben und Zöpfe, ja bisweilen förmliche kleine Hexenbesen. Bei Veronica saxatilis stellt sich an den Traubenspindeln, den Blütenstielen und Deckblättern eine ziemlich dichte Behaarung ein, welche den nicht von Milben befallenen Stöcken fremd ist; auch werden die in der Nähe der Blütentraube stehenden Laubblätter gelappt und tief gekerbt, was gleichfalls an den milbenfreien Stöcken dieses Ehrenpreises nicht beobachtet wird. In den Köpfchen der oben genannten Schafgarben sind sowohl die randständigen Strahlenblüten als auch die mittelständigen Röhrenblüten verlaubt, und man begegnet da den absonderlichsten Gestalten. Nicht selten ist ein Blütenköpfchen in mehrere gestielte Teilköpfchen aufgelöst, die Blumen sind in grüne Trichter mit gezackter Mündung und in flache, gelappte und gezähnte, kleine Laubblätter umgewandelt, und von der Mittelrippe solcher Blätter erheben sich kurze, grüne, schuppenförmige Blättchen, welche durch Metamorphose aus den Pollenblättern hervorgegangen sind. Eine sehr merkwürdige, durch Gallmilben veranlaßte Füllung der Blüten wird auch an dem rostfarbigen Alpenröschen (Rhododendron ferrugineum) beobachtet. Die Pollenblätter und Fruchtblätter sind hier infolge des Reizes der angesiedelten Tiere in rote Blumenblätter umgewandelt. Da die Blüten des Alpenröschens 10 Pollen- und 5 Fruchtblätter bergen, sollte man in der Mitte der Blüte nur 15 rote Blättchen zählen; in der That sind aber doppelt und dreifach so viele vorhanden, und es hat hier nicht nur eine Umwandlung, sondern auch eine Vervielfältigung der Blätter stattgefunden. Die Blüten einiger zu den Baldrianen gehörigen Pflanzen, namentlich des Rapünzchens (Valerianella carinata), von welchem auf S. 516, Fig. 2 eine kleine Trugdolde abgebildet ist, werden durch den Einfluß einer Gallmilbe zwar gefüllt, aber ohne daß eine Vermehrung der Blütenblätter Platz greifen würde. Die Füllung beschränkt sich auf eine Umwandlung der Pollenblätter in einen Wirtel von Blumenblättern. Aber es findet in diesem Falle auch noch eine andere eigentümliche Veränderung statt. Die Blütenblätter sind mehr als fünfzigfach vergrößert und formen sich in fleischige Lappen um, welche untereinander zu Scheiben verwachsen sind. Dadurch, daß sich alle diese Lappen zurückkrümmen und unterseits aushöhlen, entstehen unter den Blüten Hohlräume, in welchen die Gallmilben hausen (s. Abbildung, S. 516, Fig. 3).

Die Spindel des Blütenstandes und auch die Stiele der einzelnen Blüten sind bei diesen Klunkergallen nicht selten verdickt, fleischig aufgetrieben und in der mannigfaltigsten Weise verkümmert und verkrüppelt. Wenn mehrere benachbarte Blütenstiele miteinander verwachsen, so entstehen hahnenkammförmige oder mit einem ausgebreiteten Fächer vergleichbare Gebilde, die man Fasciationen genannt hat; zuweilen kommen durch Verwachsung zahlreicher, in Form von Trugdolden angeordneter Blütenstiele korallenstockförmige oder unregelmäßige, klumpige Massen zu stande, welche mit vergrünten, meistens stark verkümmerten Blüten besetzt sind. So verhält es sich namentlich bei den Klunkern der gewöhnlichen und der Manna-Esche (Fraxinus excelsior und Ornus), welche durch eine Gallmilbe

(Phytoptus) hervorgebracht werden, und mit denen die Kronen der Bäume oft wie besät sind. Am besten werden diese Klunkern der Eschenbäume mit dem als Gemüse benutzten Karfiol und den italienischen Broccoli verglichen, und es hat viele Wahrscheinlichkeit für sich, daß auch diese Umbildungen des Blütenstandes von Brassica oleracea Gallmilben ihren Ursprung verdanken.

Mit den unscheinbaren Filzgallen an der unteren Seite einzelner Laubblätter wurde die Schilderung der Gallenbildungen begonnen, mit den Klunkern, an deren Aufbaue nicht selten Hunderte von Blütenstielen und Blättern beteiligt sind, findet diese Schilderung ihren Abschluß. Für die einzelnen Gruppen, welche in dieser langen Reihe vorgeführt wurden, konnten natürlich nur Vorbilder gebracht, und es mußte darauf verzichtet werden, alle bisher bekannt gewordenen Gallenbildungen, beiläufig 1600 an der Zahl, zu besprechen. Ob bei Ausdehnung der Gallenforschungen auf die tropischen Florengebiete noch Formen gefunden werden, die außerhalb des Rahmens der oben gegebenen Einteilung stehen, ist schwer zu sagen. Wahrscheinlich ist es nicht. Es dürften vielleicht den schon bekannten noch Tausende bisher unbekannter Gallen anzureihen sein, aber es steht zu erwarten, daß sich diese immer wieder in die eine oder andere der oben aufgestellten Gruppen werden einreihen lassen.

Für den Abschnitt des „Pflanzenlebens“, in welchem die Frage nach der Entstehung der Arten abgehandelt wird, haben die Gallenbildungen aus dem Grunde eine besondere Bedeutung, weil an ihnen aufs deutlichste gezeigt werden kann, wie es kommt, daß bei der Fertigstellung eines Pflanzenteiles tief greifende Abweichungen von dem ursprünglichen Bauplane erfolgen.

Man muß sich vor allem gegenwärtig halten, daß die so unendlich mannigfaltigen Gebilde, welche wir Gallen nennen, nicht zu stande kommen würden, wenn nicht Milben, Blattläuse, Fliegen, Wespen ꝛc. ihren Einfluß auf die Pflanzen geltend machten. Das Laub von Rhododendron fände man nicht zusammengerollt, sondern flach ausgebreitet, wenn die Gallmilben ferne geblieben wären, von den Zweigen der Pistacia Lentiscus würden sich nicht fleischige, rote Hülsen, sondern gefiedertes Laub mit glänzenden, dunkelgrünen Blättchen erheben, wenn sie nicht von Blattläusen befallen worden wären, die Laubknospe der Quercus pubescens würde nicht zu einem mispelartigen, mit Mark erfüllten Körper, sondern zu einem langen, belaubten Sprosse heranwachsen, wenn nicht die Gallmücke Cynips polycera verändernd eingewirkt hätte, die Laubblätter der Veronica saxatilis würden nicht handförmig gelappt sein, sondern einen schwach gekerbten Rand besitzen, und die gipfelständigen Blätter von Thymus wären nicht kreisrund und weißfilzig, sondern spatelförmig, grün und auf den Flächen kahl, wenn sich an ihnen keine Gallmilben angesiedelt hätten. Auch würden die Blüten von Rhododendron ferrugineum, Lychnis Viscaria, Veronica, Cardamine ꝛc. nicht gefüllt, und die Pollenblätter in diesen Blüten nicht in Blumenblätter umgewandelt sein, wenn nicht Gallmilben auf dieselben Einfluß genommen hätten.

Daß der Einfluß von seiten der Tiere nur dann zur Geltung kommen kann, wenn sich der betreffende Pflanzenteil noch im ersten Jugendzustande befindet, ist selbstverständlich. Ausgewachsene Stämme und Blätter können von den genannten Tieren wohl angefressen und zerstört, aber nicht mehr umgestaltet werden. Die ersten Jugendzustände, auf welche die Tiere Einfluß nehmen, sind aber sozusagen noch formlos. Blätter, Stämme, Sprosse gehen aus Geweben hervor, welche die Gestalt von Höckern und Wülsten haben, und jeder Höcker, jede Wulst hat wieder seinen Anfang in einer einzelnen Zelle, der man nicht ansehen kann, was aus ihr werden soll. Dennoch ist, wie die Erfahrung lehrt, der Bauplan für das aus diesen Uranfängen hervorgehende Pflanzenglied bei jeder Art im vorhinein genau bestimmt, und es ist die Annahme gerechtfertigt, daß der Bauplan in der spezifischen Konstitution des Protoplasmas der betreffenden Pflanze, beziehentlich jener Zelle,

welche den Uranfang des auswachsenden Blattes, Stammes ꝛc. bildet, begründet sei. Wenn durch die genannten Tiere eine Abänderung von diesem Bauplane veranlaßt wird, so kann das nur dadurch geschehen, daß die spezifische Konstitution des Protoplasmas eine Veränderung erfährt.

In welcher Weise das geschieht, ist eben das große Rätsel, welches die Naturforscher gegenwärtig beschäftigt. Einstens war die Meinung verbreitet, daß die Bildung der Gallen eine Folge der Verletzungen sei, welche die im Wachstume begriffenen Gewebe durch den Legestachel oder die Saugorgane der Tiere erleiden. Die neueren Untersuchungen haben aber diese Meinung nicht bestätigt. Die verletzten Zellen gehen zu Grunde und haben damit die Fähigkeit verloren, sich umzugestalten oder veränderte Tochterzellen zu erzeugen; aus dem angrenzenden lebendigen Gewebe geht allenfalls Kork hervor, welcher die wunde Stelle verschließt, aber das ist noch lange keine Gallenbildung. Die in das Gewebe eingeschobenen oder demselben angehefteten Eier sind gleichfalls nicht im stande, eine Gallenbildung unmittelbar anzuregen. Erst dann, wenn die Made oder Larve die Eihaut verläßt und flüssige Stoffe absondert, findet eine auffallende Veränderung in der Umgebung statt. Es bilden sich dann an der Stätte, wo sich die Larve aufhält, wuchernde Gewebe der mannigfaltigsten Art, und diese Gewebe nehmen in rascher Folge jene seltsamen Formen an, welche im Vorhergehenden geschildert wurden. Das bezieht sich natürlich auch auf die Fälle, wo die Larve an einem entfernten Punkte aus dem Ei geschlüpft ist und sich das zur Wohnstätte geeignete Gewebe erst aufgesucht hat, und ebenso auf die Fälle, wo sich ausgewachsene Gallmilben und Blattläuse einen passenden Platz zum Eierlegen wählen und dort gleichzeitig mit den Eiern flüssige Stoffe ausscheiden. Es ist auch bemerkenswert, daß für den Fall, daß das Tier abstirbt, die Wucherung und Neubildung des Gewebes sofort ihr Ende erreicht. Die Zellen in der Umgebung des Tierleichnams bräunen sich und sterben gleichfalls ab, woraus mit Recht geschlossen wird, daß nur die von lebenden Tieren ausgeschiedenen Stoffe Gallenbildung verursachen.

Die Gallenforscher nehmen an, daß es zunächst der von den Tieren behufs Verflüssigung der Nahrung ausgeschiedene scharfe „Speichel“ sei, welcher auf das Zellgewebe der von dem Tiere gewählten Wohnstätte einwirke, es ist aber nicht daran zu zweifeln, daß auch noch andere Ausscheidungen wirksam werden können. Die chemische Zusammensetzung dieser Stoffe ist unbekannt, doch wird man nicht fehlgehen, wenn man sie in die Gruppe jener stickstoffhaltigen Verbindungen stellt, welche Enzyme genannt werden, und von welchen Band I, S. 432 die Rede war. Die Enzyme haben die Fähigkeit, selbst durch die Zellwände hindurch erschütternd und zerlegend einzuwirken, und aus dieser Eigenschaft würde sich eine ganze Reihe sonst unfaßbarer Erscheinungen bei der Gallenbildung am einfachsten erklären. Übrigens dürften auch Harnstoff oder doch demselben verwandte, stickstoffhaltige Verbindungen von den Tieren ausgeschieden werden, sowie nichts der Annahme im Wege steht, daß ein Teil der von den Tieren ausgeschiedenen Stoffe auf diosmotischem Wege in das Innere der Pflanzenzellen gelangt. So viel ist gewiß, daß die von dem gallenbildenden Tiere ausgeschiedenen flüssigen Stoffe, mögen sie auf die eine oder andere Art das Protoplasma in den Pflanzenzellen beeinflussen, dasselbe nicht töten, sondern zu einer neuen besonderen Thätigkeit anregen, deren nächstes Ergebnis der Aufbau von Geweben mit bestimmter äußerer Gestalt ist.

Daß der Bauplan, nach welchem diese Gewebe sich formen und gestalten, von demjenigen abweicht, welcher ohne den Einfluß der in Rede stehenden Stoffe maßgebend gewesen wäre, lehrt der Augenschein. Daraus läßt sich aber folgern, daß den von den Tieren ausgeschiedenen Stoffen die Fähigkeit zukommt, die das Wesen der Art

ausmachende spezifische Konstitution des Protoplasmas in den beeinflußten Pflanzenzellen zu verändern.

Von besonderem Interesse ist auch die wiederholt gemachte Beobachtung, daß nicht nur das Protoplasma jener Zellen, auf welche die von den Tieren ausgeschiedenen Stoffe unmittelbar einwirken, zu einer veränderten Bauthätigkeit angeregt wird, sondern daß sich die Einwirkung von Zelle zu Zelle fortpflanzt und auf immer weitere Kreise erstreckt. Die Schildlaus Chermes abietis saugt sich an ein Blättchen der Fichtenknospe fest und kann nur einige wenige Zellen des in dieser Knospe geborgenen jungen Sprosses unmittelbar beeinflussen. Nichtsdestoweniger beginnen bald darauf Tausende von Zellen an dem aus der Knospe hervorwachsenden Sprosse sich in veränderter Weise auszugestalten, ein Vorgang, welcher lebhaft an die Wirkung der Fermente (vgl. Band I, S. 475) erinnert. Ebenso wird man an den Einfluß, welchen das Spermatoplasma auf die Fruchtanlage nimmt, gemahnt. Das Spermatoplasma tritt nur mit einigen wenigen Zellen der Samenanlage unmittelbar in Wechselwirkung, aber von diesen wenigen Zellen setzt sich der Einfluß nach allen Seiten fort, erstreckt sich auf die Fruchtblätter und den Blütenboden, ja selbst noch darüber hinaus auf den Blütenstiel. Alle diese Teile würden sich nicht so ausgestalten, wie sie es thatsächlich thun, wenn nicht die winzige Menge des Spermatoplasmas einer Pollenzelle mit dem Protoplasma in einigen Zellen der Samenanlage sich verbunden hätte.

Es ist hier auch am Platze, der schon zu wiederholten Malen berührten Ähnlichkeit der Gallen mit Früchten zu gedenken. Wenn die Anlagen der Blätter in der Knospe eines Pistazienstrauches nicht durch Blattläuse beeinflußt werden, so entwickeln sie sich zu glänzend grünen gefiederten Laubblättern; wenn aber das Protoplasma in einigen Zellen dieser Blattanlagen durch die Säfte der Blattlaus Pemphigus cornicularius verändert wird, so nimmt dieselbe Anlage die Form eines Fruchtblattes an und gestaltet sich zu einem hohlen Körper, welcher einer Hülse täuschend ähnlich sieht. Durch den Umstand, daß der Pistazienstrauch nicht Hülsenfrüchte, sondern Pflaumenfrüchte entwickelt, wird die Sache nur noch merkwürdiger; denn was da durch den Einfluß der Säfte des Tieres entsteht, ist im ausgewachsenen Zustande ein Gewebekörper, welcher nicht, wie man erwarten möchte, die Frucht der Pistazie, sondern jene einer wesentlich anderen Pflanzenart, nämlich der Karobe (Ceratonia Siliqua), nachahmt. Ähnlich verhält es sich mit der Umwandlung der obersten Laubblätter des Wachholders (Juniperus communis) durch den Einfluß der Säfte einer Gallmücke (Lasioptera juniperina) in ein Gebilde, welches mit der Frucht des Lebensbaumes (Thuja) große Ähnlichkeit hat, und so ließen sich noch zahlreiche andere Fälle anführen, in welchen an bestimmten Pflanzenarten durch den Einfluß tierischer Säfte Gallen zum Vorscheine kommen, welche den Balgfrüchten, Kapseln, Nüssen, Pflaumen und Beeren anderer Pflanzenarten äußerlich sehr ähnlich sehen. Dadurch, daß sich auch noch Farbstoffe, wachsartige Ausscheidungen und haarige Überzüge einstellen, wird diese Ähnlichkeit mit gewissen Früchten nur um so auffallender. Nur bergen diese fruchtähnlichen Gallen in ihrem Inneren keine Samen, sondern die Larven derjenigen Tiere, deren ausgeschiedene Säfte die Umwandlung der Gestalt veranlaßten. Das Wunderbare dabei ist, daß die Umgestaltung des wachsenden Gewebes in einen fruchtähnlichen Körper stets eine für die angesiedelten Tiere höchst vorteilhafte ist, indem ihnen die durch ihren Einfluß umgestalteten Gewebe nicht nur Wohnräume und Nahrung, sondern auch Schutz gegen die Ungunst der Witterung und gegen die Angriffe feindlicher Tiere bieten.

Von hoher Bedeutung ist auch die Thatsache, daß verschiedene Tiere auf einer und derselben Pflanze verschieden gestaltete Gallen hervorrufen. Knapp nebeneinander können auf einem Rosenblatte die von Rhodites Rosae erzeugten Bedeguare, die von Rhodites eglanteriae erzeugten erbsenartigen Markgallen und die von Rhodites

spinosissimae erzeugten unregelmäßige Buckel bildenden Markgallen vorkommen (s. Abbildung, S. 525, Fig. 1—3). Auf demselben Rüsternblatte erzeugt Schizoneura Ulmi eine Runzelgalle, Tetraneura Ulmi eine Beutelgalle, und Tetraneura alba eine Umwallungsgalle (s. Abbildung, S. 525, Fig. 4—6). Auf den Blättern der Purpurwinde findet man bisweilen dicht nebeneinander die kugelige Markgalle von Nematus gallarum und die blasenförmig aufgetriebene Markgalle, welche durch Nematus vesicator erzeugt wird (s. Abbildung, S. 525, Fig. 7 u. 8), und man trifft Eichenblätter, auf welchen die kleinen Markgallen von vier verschiedenen Gallwespen, nämlich von Neuroterus lanuginosus, numismaticus. fumipennis und Spathegaster tricolor, gruppenweise nebeneinander vereinigt stehen (s. Abbildung, S. 534, Fig. 11—14). Für mehrere Eichen, so namentlich für die Stieleiche (Quercus pedunculata), ist es nachgewiesen, daß durch 20—30 verschiedene Gallwespen ebenso viele verschiedene Gallenformen erzeugt werden. In den Merkmalen, welche die Gestalt, die Färbung und die Behaarung bieten, sind diese Gallenformen so beständig, daß man mit größter Sicherheit auf die erzeugenden Gallwespen zurückschließen kann. Solche Thatsachen zwingen zu der Annahme, daß die flüssigen Stoffe, welche von den verschiedenen gallenerzeugenden Tieren ausgeschieden werden, spezifisch verschieden sind. Nur unter dieser Voraussetzung können wir uns vorstellen, daß dasselbe pflanzliche Protoplasma angeregt wird, in dem einen Falle eine fleischige Umwallungsgalle, in dem anderen Falle eine ausgehöhlte Beutelgalle, in dem dritten Falle eine geschlossene Markgalle als Behausung für die betreffenden Blattläuse, Gallmücken und Gallwespen herzustellen.

Es verdient hier auch erwähnt zu werden, daß eine und dieselbe Tierart auf verschiedenen Pflanzen zwar ähnliche, aber doch etwas abweichende Gallen veranlaßt. So z. B. ist die durch Nematus pedunculi auf den unterseits weißfilzigen Blättern der Salix incana erzeugte Galle weißfilzig, die durch dieselbe Gallmücke auf den kahlen Blättern der Salix purpurea erzeugte Galle kahl; die auf den hellgrünen Blättern der Rosa canina durch Rhodites Rosae erzeugte Galle ist blaßgelb und höchstens an der Sonnenseite etwas rotbackig, die auf den violetten Blättern der Rosa rubrifolia durch dieselbe Nematus-Art hervorgebrachte Galle ist dunkelviolett 2c. Diese Abweichungen sind allerdings nur unbedeutend, aber sie zeigen doch, wie sich gewisse, durch die spezifische Konstitution des Protoplasmas begründete äußerlich wahrnehmbare Merkmale der verschiedenen Pflanzenarten auch in den betreffenden Gallenbildungen wiederfinden.

Diese Erfahrungen begründen die Überzeugung, daß nicht nur das Protoplasma einer jeden Pflanzenart, sondern auch der Saft, welchen die verschiedenen Arten der Milben, Blattläuse, Hautflügler, Fliegen 2c. abscheiden, eine eigentümliche Zusammensetzung hat. Daß sich die Veränderung, welche das Protoplasma einer Pflanzenart durch Einflußnahme eines spezifischen Saftes erfährt, gleichfalls nach bestimmten Gesetzen vollzieht, ist dann im Grunde selbstverständlich. Das Protoplasma der betroffenen Pflanzenzelle erhält infolge der Veränderung eine bestimmte neue Konstitution. Da aber diese Konstitution die äußere Gestalt der aus den Zellen hervorgehenden Gewebe begründet, so zeigen auch diese Gewebe eigentümliche spezifische Gestalten. Für die Frage nach der Entstehung neuer Arten haben diese Schlußfolgerungen insofern eine hohe Bedeutung, als durch sie einiges Licht auf die Vorgänge fällt, welche zur Entstehung neuer Gestalten führen. Es ergibt sich nämlich, daß eine Änderung der Gestalt einer Pflanze nur dann stattfindet, wenn vorher die Konstitution jenes Protoplasmas verändert wird, welches für die betreffende Pflanze den Ausgangspunkt bildet.

Die als Gallen in Erscheinung tretenden Gestalten haben keine Aussicht, sich zu erhalten und zu vervielfältigen, sondern gehen, nachdem ihre Aufgabe erfüllt ist, wieder zu Grunde. Mit anderen Worten, die Nachkommenschaft aus Samen, welche von einem mit Gallen

behafteten Pflanzenstocke herstammt, zeigt nichts mehr von jenen Veränderungen, welche einzelne Glieder oder Sprosse des betreffenden Pflanzenstockes erfahren haben. Wenn sich z. B. eine Eiche, die über und über mit Gallen besetzt war, durch Sämlinge verjüngt, so ist an diesen keine Spur von jenen Bildungsabweichungen zu erkennen, welche die Zweige, das Laub oder die Blüten der Mutterpflanze zeigten. Das einzige, was sich vielleicht in der Nachkommenschaft bisweilen erhält, ist die Umwandlung der Pollenblätter in Blumenblätter, welche seit alter Zeit Füllung genannt wird, und allenfalls noch die Bildung von Klunkern in der Blütenregion, wie sie an der Kohlpflanze beobachtet wird und unter dem Namen Karfiol bekannt ist. Versuche zur Lösung dieser Frage wurden bisher nur selten angestellt. Was mir selbst darüber bekannt ist, beschränkt sich auf die Ergebnisse einiger an dem Ehrenpreise Veronica officinalis gemachten Beobachtungen. Stöcke der **Veronica officinalis**, welche in dem Garten bei meinem Landhause im Jahre 1877 infolge der Ansiedelung von Gallmilben gefüllte Blüten trugen, wurden dicht neben solche gepflanzt, welche frei von Gallmilben und mit einfachen Blüten besetzt waren. Schon im darauf folgenden Jahre hatten sich auch an diesen letzteren Stöcken Gallmilben angesiedelt, und die Blüten derselben erschienen nun zum größten Teile gleichfalls gefüllt. Derselbe Erfolg wurde erreicht, nachdem lebende Gallmilben auf abgesondert gepflanzte Stöcke einfach blühender Veronica officinalis von mir übertragen worden waren. Auch diese erschienen im darauf folgenden Jahre teilweise mit gefüllten Blüten. Früchte mit keimfähigen Samen gingen nur aus denjenigen Blüten, welche sich zwischen den gefüllten einfach erhalten hatten, hervor, und die aus diesen Samen erzogenen Stöcke hatten durchgehends wieder einfache Blüten. Im dritten Versuchsjahre trugen übrigens auch alle jene Stöcke, welche bisher gefüllte Blüten entwickelt hatten, nur einfache Blüten. Die Gallmilben waren aus unbekannten Gründen verschwunden, wahrscheinlich im Winter ausgestorben. Veronica officinalis hat nur zwei Pollenblätter in jeder Blüte, und in den gefüllten Blüten derselben sind nicht nur diese beiden Pollenblätter, sondern auch die beiden Fruchtblätter in Blumenblätter umgewandelt. Da sind Früchte und Samen wohl nicht zu erwarten. Es wäre aber nicht unmöglich, daß Blüten aus anderen Pflanzenfamilien, welche mit einer größeren Anzahl von Pollenblättern ausgestattet sind, sich anders verhalten. So könnte z. B. der Fall vorkommen, daß durch die Gallmilben nur ein Teil der Pollenblätter in Blumenblätter umgewandelt würde und daß die Fruchtanlagen befruchtungsfähig bleiben. Wenn an den Stöcken solcher Pflanzen Früchte und keimfähige Samen reifen, so könnten aus den letzteren vielleicht doch Stöcke mit halb und ganz gefüllten Blüten hervorgehen. Es wäre dies dann so zu erklären, daß die Veränderung, welche das Protoplasma der Zellen in der unteren Blütenregion erfährt, sich auch auf die oberste Blütenregion, insbesondere auf die Samenanlagen und Samen und weiterhin auf die aus diesen Samen hervorgehenden Stöcke erstreckt. Ich möchte daher nicht in Abrede stellen, daß die Levkojen (**Matthiola annua** und **incana**), der Goldlack (**Cheiranthus Cheiri**), die Nelken (**Dianthus Caryophyllus, plumarius** ꝛc.), die Mohne (**Papaver Rhoeas** und **somniferum**), verschiedene Ranunkulaceen (**Delphinium, Paeonia, Ranunculus**) und noch viele andere Pflanzen, welche seit alter Zeit mit halbgefüllten Blüten in den Gärten gezogen werden und sich auch bei der Aussaat mit solchen Blüten erhalten, diese Eigenschaft einstmals durch den Einfluß der Gallmilben erworben haben. Weniger wahrscheinlich, obschon auch nicht außer dem Bereiche der Möglichkeit gelegen, ist, daß durch Aufpfropfen von Weißdornzweigen, deren oberste Laubblätter infolge des Einflusses der Gallmücke Cecidomyia crataegi tief zerschlitzt erscheinen, ein Weißdornbusch erhalten werden kann, der an sämtlichen Laubblättern diese tiefen Einschnitte und Schlitze zeigt.



Das Entstehen neuer Gestalten infolge der Kreuzung.

Zu allen Zeiten hatten die Landwirte den Wunsch, auf dem von ihnen bebauten Boden Pflanzen heranzuziehen, welche üppig gedeihen, schmackhafte, gute Früchte tragen und eine recht ergiebige Ernte ermöglichen. Den Ziergärtnern schwebte das Ziel vor, aus wild wachsenden Pflanzen eine Nachkommenschaft heranzuziehen, welche durch Blütenpracht, zierliche Gestalt und Annehmlichkeit des Duftes ihre Stammeltern übertrifft und das Wohlgefallen und die Bewunderung des Blumenfreundes erregt. Die einen wie die anderen suchten die in Pflege genommenen Gewächse zu „vervollkommnen" und zu „veredeln" und haben in dieser Beziehung in der That Erfolge erreicht, welche jeden, der die Geschichte der Kulturpflanzen verfolgt, mit Staunen erfüllen. Die Wege, welche zu diesen Erfolgen führten, waren nicht immer mit Vorbedacht betreten; noch weniger hatten wissenschaftliche Untersuchungen der Stubengelehrten die Richtschnur abgegeben. Vielmehr wurden die Pflanzenzüchter durch zufällig bei ihrem Verkehre mit der Pflanzenwelt in der freien Natur gemachte Beobachtungen zu den ersten, unbeholfenen Versuchen angeregt, die Feldfrüchte ertragreicher, Obst und Gemüse schmackhafter und die Zierpflanzen wohlgefälliger zu machen.

Das wichtigste Mittel, welches bei diesen Versuchen in Anwendung kam, war die künstlich vorgenommene Kreuzung der in Pflege genommenen Arten. Im Hinblicke auf die seit uralter Zeit in China und Japan von den Gärtnern gezüchteten Astern, Chrysanthemen, Kamelien, Nelken, Päonien und Rosen, welche der Mehrzahl nach das Ergebnis von Kreuzungen sind, kann man mit Bestimmtheit annehmen, daß in den genannten Gebieten der gärtnerische Kunstgriff des Bestäubens von Blüten der einen Art mit dem Pollen aus den Blüten einer anderen Art am frühsten in Anwendung kam. In Europa war dieser Kunstgriff zwar schon den Rosenzüchtern in der römischen Kaiserzeit bekannt, aber in ausgedehntem Maßstabe wurde er erst im 17. Jahrhundert ausgeführt, als man mit Leidenschaft die Tulpen- und Aurikelzucht zu betreiben begann. Die Gärtner wahrten damals ihr Verfahren noch als tiefes Geheimnis, und erst viel später, nämlich in der zweiten Hälfte des vorigen Jahrhunderts, wurde die Anzucht neuer Pflanzengestalten mit Hilfe künstlich eingeleiteter Kreuzungen an vielen Orten offenkundig betrieben. Seit einigen Dezennien ist die künstliche Züchtung solcher neuer Pflanzenformen, die man mit dem Namen Hybriden belegte, eine der wichtigsten Aufgaben der Gärtnerei geworden, und es ist nicht zu hoch gegriffen, wenn die Zahl der in diesem Jahrhundert in den Gärten erzeugten Hybriden auf 10,000 veranschlagt wird. Viele Hybriden, welche vor kurzem noch sehr beliebt waren, sind jetzt schon wieder aus den Gärten verschwunden und wurden durch andere verdrängt. Wie in so vielen anderen Dingen, wechselt auch hierin die Mode; man verlangt immer wieder nach neuen Formen, und die Gärtner suchen diesem Verlangen dadurch zu entsprechen, daß sie aus den verschiedensten Gegenden wild wachsende Pflanzen einführen und diese mit den schon in Pflege befindlichen zu kreuzen suchen. Es ist jetzt keine Seltenheit mehr, daß Gärtner irgend eine aus fernen Gegenden eingeführte Pflanze ihren Fachgenossen als preiswürdig ankündigen, nicht etwa darum, weil sie an und für sich schön sei, sondern weil sie eine auffallende Farbe der Blüten oder einen eigentümlichen Zuschnitt des Laubes besitze und es wahrscheinlich sei, daß sich durch Kreuzung derselben mit anderen Arten hübsche neue Hybriden werden erzielen lassen. Die Rosenzüchter begrüßen die Entdeckung einer besonders auffallenden wildwachsenden Rose jedesmal als ein wichtiges Ereignis, weil sie mit Hilfe derselben wieder eine große Zahl neuer Rosenformen hervorzubringen im stande sind und sich der Hoffnung hingeben, daß eine oder die andere der Neuheiten bei den Freunden dieser Blumen besonderen Anklang finden werde. Durchschnittlich kommen alljährlich 60 neugezüchtete Rosen in den Handel; im Jahre 1889 sogar 115! Mein Freund Finger pflegt in

seinem Garten zu Meidling bei Wien nahezu 4200 verschiedene Rosen und versichert, daß er noch weit davon entfernt sei, alle in neuerer Zeit, zumal von den französischen Rosenzüchtern durch Kreuzung zu stande gebrachten Formen zu besitzen. Nach seiner Berechnung beträgt schon die Zahl der Thea- und bengalischen Rosen annähernd 1400, und die Gesamtheit aller bisher in den Handel gebrachten verschiedenen Rosen wird von ihm auf 6400 geschätzt.

Die Vermehrung der durch Kreuzung ins Leben gerufenen neuen Pflanzengestalten erfolgt bei den Rosen meistens durch Ableger, indem man die Kunstgriffe des Okulierens und Pfropfens (s. Band I, S. 197) in Anwendung bringt; aber das erste Entstehen der Neuheiten ist, wie gesagt, immer auf Kreuzungen zurückzuführen. Das gilt natürlich auch für viele andere Gewächse, deren sich die Gärtner bemächtigt haben, zumal dann, wenn sich herausstellt, daß die Vermehrung durch Samen mehr Zeit und Mühe beansprucht als jene durch Ableger. Die durch Kreuzung erzeugten Tulpen, Gladiolus und Lilien werden auf kürzestem Wege durch Zwiebeln, die knollenbildenden Begonien, Georginien und Gesneraceen durch Knollen, die Nelken, Pelargonien, Nopale und viele andere am raschesten durch Stecklinge vermehrt. Dabei ist auch noch die Gewähr gegeben, daß die neuen Pflanzenformen in ihren eigentümlichen Gestalten unverändert erhalten bleiben, was bei der Vervielfältigung derselben mittels Samen viel schwieriger zu erreichen sein würde. Bei manchen anderen mittels Kreuzung in den Gärten hervorgerufenen neuen Formen, wie z. B jenen von Petunia, Portulaca, Viola, erfolgt dagegen die Vervielfältigung viel rascher und müheloser durch Samen und wird dann jener durch Ableger vorgezogen.

Die Angaben, daß auch noch auf anderem Wege als jenem der Kreuzung neue Pflanzengestalten in den Gärten gezüchtet werden, sind unrichtig. Bisweilen liegt denselben bewußte Irreführung und beabsichtigte Täuschung zu Grunde; mitunter mag auch Selbsttäuschung und Unkenntnis ins Spiel kommen. In früherer Zeit glaubten viele Gärtner, daß es zum Hervorbringen neuer Formen genüge, wenn verschiedene Arten in nächster Nähe gepflanzt werden. Wenn man von diesen Pflanzen die Samen abnehme und in guter Erde aussäe, so treffe man unter den Sämlingen immer vereinzelte abweichende Gestalten. Diese seien auszuwählen, besonders sorgfältig zu pflegen und als Ausgangspunkte für neue Formen zu behandeln. Die Gärtner, welche nach dieser Anleitung vorgingen, hatten die Blüten allerdings nicht selbst gekreuzt, und wenn ihre Aussage in diesem Sinne lautete, so war sie keineswegs eine Unwahrheit. Die Kreuzung wurde aber ohne ihr Wissen durch Bienen, Hummeln und andere Insekten vorgenommen, und das Zusammenpflanzen der verschiedenen Arten hatte eben nur den Vorteil, daß von den genannten Tieren die Übertragung des Pollens der einen Art auf die Narbe der anderen Art mit Leichtigkeit ausgeführt werden konnte. Ein berühmter Pflanzenzüchter der alten Schule versicherte mir einmal mit ernsthafter Miene, daß er die von ihm gepflegten Gewächse nicht selbst kreuze, daß er aber wiederholt gesehen habe, wie am frühen Morgen kurz nach dem Aufblühen aus den Blüten der einen Art sich unendlich zarte Fäden entwickelten, welche nach allen Seiten ausstrahlten und sich zu den Blüten anderer Stöcke hinüberspannen, so daß sich auf kurze Zeit ein Netz gleich einem Spinnengewebe ausgebildet hatte. Ich würde diese Aussage nicht erwähnt haben, wenn es nicht von Wichtigkeit wäre, hier auf die Unzuverlässigkeit so vieler Angaben der Gärtner aus älterer und wohl auch aus neuerer Zeit hinzuweisen, und wiederhole nochmals, daß der Gewährsmann, von welchem die obige Mitteilung herstammte, ein in gärtnerischen Werken mehrfach genannter, angesehener Pflanzenzüchter ist. Plumpe Erfindungen, wie die hier mitgeteilte, würde wohl jeder Mann der Wissenschaft sofort durchschaut und abgelehnt haben; indessen ist es auch vorgekommen, daß unwahre oder ungenaue Berichte der Pflanzenzüchter, welche den Stempel der Unwahrscheinlichkeit nicht so auffallend an sich trugen, Glauben fanden und in die Bücher eingeschmuggelt wurden, zumal in die Bücher

jener Schriftgelehrten, die es unterließen, selbst Hand anzulegen und mit eignen Augen die im Garten angestellten Versuche von Anfang bis zu Ende zu überwachen. Nicht selten wurden dann die Berichte als „von glaubwürdigen Gärtnern gewonnene Erfahrungen" benutzt, als Grundlage für die „auf Thatsachen gestützten Gesetze" festgehalten und Lehrsätze aufgestellt, welche sich von Buch zu Buch endlos fortschleppen. Es hält schwer, solche Lehrsätze nachträglich wieder auszumerzen, zumal dann, wenn dieselben hervorragenden Gelehrten eine willkommene Stütze ihrer Hypothesen bieten.

Als ein lehrreiches Beispiel für das eben Gesagte mag angeführt sein, daß lange Zeit hindurch in den botanischen Werken folgender Lehrsatz Geltung fand: „Die aus zwei Arten entstandenen Bastarte sind zweifacher Gestalt, je nachdem bei ihrer Erzeugung dieser oder jener Pollen in Anwendung gebracht wurde." Man kann natürlich zwei Stammarten, welche durch die Buchstaben A und B bezeichnet sein mögen, auf zweifache Weise kreuzen. Das eine Mal nimmt man den Pollen von A und überträgt ihn auf die Narbe von B, das andere Mal nimmt man den Pollen von B und überträgt ihn auf die Narbe von A. Nun wurde behauptet, man könne an der Gestalt des Bastartes sofort erkennen, von welcher der beiden Stammarten der Pollen genommen wurde. Der Bastart sei, was seine Blüten anbelangt, derjenigen Stammart ähnlicher, von welcher der Pollen genommen wurde, während er in betreff der Laubblätter sich näher an diejenige Stammart anschließe, deren Narben belegt wurden. Das ist aber entschieden unrichtig. Alle mit Sorgfalt und ohne Vorurteil ausgeführten Versuche haben ergeben, daß es mit Rücksicht auf die Gestalt des Laubes und der Blüten gleichgültig sei, ob diese oder jene Stammart den Pollen geliefert hat. In den meisten Fällen zeigt sich die Annäherung der Gestalt des Bastartes an die eine oder andere der beiden Stammarten ohnedies gleichmäßig an allen Teilen der hybriden Pflanze, und nicht nur an den Blüten oder nur an den Laubblättern. In jenen selteneren Fällen aber, wo Bastarte in Erscheinung treten, deren Blüten mehr mit der einen, deren Laubblätter mehr mit der anderen der Stammarten übereinstimmen, kann ebensowohl die eine wie die andere der Stammarten den Pollen geliefert haben.

Es wäre übrigens eine undankbare Aufgabe, hier die vielen leichtfertigen, voreiligen und irrigen Angaben aus älterer und neuerer Zeit berichtigen zu wollen, und es dürfte weit dienlicher sein, dasjenige, was über die Gestalt und Beschaffenheit der durch Kreuzung entstandenen Pflanzen von unbefangenen und alle Nebenumstände, insbesondere alle bei den Versuchen vorhandenen Fehlerquellen erwägenden Beobachtern ermittelt wurde, übersichtlich zusammenzufassen.

Die Bildung einer hybriden Pflanze setzt zwei in ihren Eigenschaften und Merkmalen abweichende Stammpflanzen als Eltern voraus. Es muß eine Kreuzung derselben vor sich gehen, d. h. es muß die Narbe der einen mit dem Pollen der anderen belegt werden; der Pollen muß Pollenschläuche treiben, und es muß eine erfolgreiche Verbindung von Spermatoplasma und Ooplasma stattfinden. Der Kürze wegen mag diejenige Stammpflanze, von welcher der Pollen, beziehentlich das Spermatoplasma herstammt, als Vater, diejenige, deren Narben belegt und deren Ooplasma befruchtet wurde, als Mutter angesprochen werden. Da die Eigenschaften und Merkmale, welche wir an einer Pflanze mit unseren Sinnen wahrnehmen, der Ausdruck der inneren Organisation und der spezifischen Konstitution des Protoplasmas dieser Pflanze sind, so kann vorausgesetzt werden, daß das Pflanzenindividuum, welches der Verbindung zweier Protoplasten mit verschiedener Konstitution sein Dasein verdankt, Eigenschaften und Merkmale an sich trägt, welche zum Teile dem Vater, zum Teile der Mutter eigentümlich sind. Dieser Voraussetzung entsprechen auch thatsächlich die Individuen, welche von den Pflanzenzüchtern mit den verschiedenen Namen Hybride, Mischlinge, Blendlinge, Blendarten, Bastarte bezeichnet wurden. Ihre Eigenschaften und Merkmale

stammen zum Teile vom Vater, zum Teile von der Mutter her. Wollte man das Mischungsverhältnis der vom Vater und der von der Mutter überkommenen Merkmale an einem Bastarte durch Zahlen zum Ausdrucke bringen, so würde sich in vielen Fällen als Anteil für eine jede der Stammeltern $^1/_2$ ergeben. Bei einem solchen Verhältnisse pflegt man zu sagen, der Bastart hält zwischen seinen Stammeltern die Mitte. Beispiele hierfür bilden **Geum hybridum**, welches durch Kreuzung aus **Geum montanum** und **rivale**, **Hieracium stoloniflorum**, welches durch Kreuzung von **Hieracium aurantiacum** und **pilosellaeforme**, und **Nuphar intermedium**, welches durch Kreuzung aus **Nuphar luteum** und **pumilum** entsteht. Es kommt aber auch vor, daß der Anteil an den Eigenschaften und Merkmalen des durch Kreuzung entstandenen Individuums, welcher auf Rechnung der einen Stammart kommt, ungefähr $^2/_3$, und jener, welcher auf die zweite Stammart kommt, ungefähr $^1/_3$ beträgt, in welchem Falle man zu sagen pflegt, der Bastart zeigt eine Annäherung zu einer seiner Stammarten. Sehr lehrreiche Beispiele hierfür sind die Steinbrechbastarte. Die Narben in einer Blüte von **Saxifraga aizoides** wurden mit dem Pollen von **Saxifraga caesia** belegt; die Belegung hatte Erfolg, es reifte eine Kapsel, deren Samen keimfähig waren. Von den aus diesen Samen gezogenen Pflanzen glich ein Teil der Mittelform, welche von den Botanikern als **Saxifraga patens** beschrieben wurde, ein anderer Teil näherte sich mehr der Gestalt des Vaters, ein dritter Teil der Gestalt der Mutter. Ein ähnliches Ergebnis folgte der Belegung der Narbe einer Blüte von **Saxifraga aizoides** mit dem Pollen der **Saxifraga mutata**. Aus den Samen derselben Kapsel gingen zwei verschiedene Bastarte hervor, von welchen der eine die Mitte zwischen den Eltern hielt (**Saxifraga Hausmanni**), während der andere sich mehr der **Saxifraga mutata** näherte (**Saxifraga inclinata**). Solche Erfahrungen führen zu der Vorstellung, daß der verschiedene Anteil, welchen die Eltern an der Gestalt des Bastartes haben, auf einen verschiedenen Anteil des Spermatoplasmas und Ooplasmas bei der Erzeugung des Keimlings zurückzuführen sei, und man wird zu der Annahme gedrängt, daß die erwähnte Abstufung der Gestalt, mit welcher die aus einer und derselben Frucht hervorgegangenen Bastarte in Erscheinung treten, durch verschiedene Maßverhältnisse der innerhalb desselben Fruchtknotengehäuses miteinander verschmelzenden Spermakerne und Eikerne verursacht ist.

Eine wichtige Stütze findet diese Annahme in den Erfahrungen, welche bei Gelegenheit von Kreuzungen verschiedener Korbblütler, namentlich der Kratzdisteln (**Cirsium**), gemacht wurden. Bei diesen Pflanzen birgt jeder Fruchtknoten nur eine einzige Samenanlage, und es kann daher aus einer Frucht nur ein einziges Individuum hervorgehen. Dagegen sind zahlreiche Blüten zu Köpfchen vereinigt, und zur Zeit der vollen Blüte erheben sich dicht nebeneinander nahezu hundert Narben, welche belegungsfähig sind. Wenn man den von dem Köpfchen einer anderen Art abgenommenen Pollen mittels eines Pinsels auf diese Narben bringt, so erfolgt sozusagen eine Massenbelegung oder Massenkreuzung, und man kann mit Sicherheit darauf rechnen, daß ein Teil dieser auf einmal vorgenommenen Kreuzungen von Erfolg begleitet ist. Die Ernte an Früchten aus den zum Versuche gewählten Köpfchen ist zwar nicht immer sehr ausgiebig, aber einige Früchtchen kommen in allen Fällen zur Reife. Wenn man nun diese Früchtchen, deren jedes nur einen Samen enthält, und die an demselben Orte, zu gleicher Zeit und auf gleiche Weise entstanden sind, aussät, so stimmen die aus ihnen hervorgehenden Individuen nur selten miteinander überein. An dem einen Individuum ist der Vater ungefähr mit $^2/_3$, die Mutter mit $^1/_3$, an dem anderen Individuum der Vater und die Mutter ziemlich gleichmäßig mit $^1/_2$, und an einem dritten Individuum der Vater mit nahezu $^1/_3$, die Mutter mit $^2/_3$ ihrer Eigenschaften und Merkmale zu erkennen, ja es sind Fälle bekannt, wo sich aus den Früchten eines Köpfchens vier, fünf und

noch mehr unterscheidbare Bastarte entwickelten. Die auffallendsten Verschiedenheiten fand ich an den Bastarten, welche durch Belegung eines Köpfchens von Cirsium oleraceum mit dem Pollen eines Köpfchens von Cirsium heterophyllum entstanden waren. Fast nicht weniger auffallend zeigten sich jene, welche durch Kreuzung eines Köpfchens von Cirsium Pannonicum mit dem Pollen eines Köpfchens von Cirsium Erisithales erzielt wurden. Da vorausgesetzt werden darf, daß das Spermatoplasma und Ooplasma, beziehentlich die Spermakerne und Eikerne, welche in den benachbarten, zu einem Köpfchen vereinigten Blüten einer Art ausgebildet wurden, in betreff ihrer Zusammensetzung und ihres feinsten Baues miteinander übereinstimmen, so kann die Abstufung der aus diesen benachbarten Blüten hervorgegangenen Bastarte nur davon abhängen, daß das Ooplasma zu dem mit ihm sich verbindenden Spermatoplasma der Masse nach in der einen Blüte in dem Verhältnisse von 1:2, in der anderen Blüte von 1:1 und in einer dritten Blüte von 2:1 stand. Selbstverständlich sollen diese Zahlen nur ungefähr das Mischungsverhältnis der einzelnen Zwischenstufen angeben. Wenn fünferlei Zwischenstufen vorkommen, würde sich die Reihe durch die Zahlen 1:4, 2:3, 1:1, 3:2, 4:1 annähernd darstellen lassen. Aus den Blüten eines Köpfchens von Cirsium Erisithales, deren Narben mit dem Pollen von Cirsium palustre belegt wurden, entstanden bei einem ersten Versuche zwei abweichende Bastarte, von welchen der eine dem Vater, der andere der Mutter näher stand, während ein zwischen den Eltern genau in der Mitte stehender Bastart nicht zur Entwickelung gelangt war; bei einem zweiten Versuche entstand nur eine einzige Form und zwar eine solche, welche zwischen den Eltern so ziemlich die Mitte hielt. Aus diesen Erfahrungen geht hervor, daß eine bestimmte Regel in betreff der Gestalt der Bastarte nicht besteht. Ja man könnte geradezu aussprechen, daß die Unregelmäßigkeit hier die Regel ist. Das eine Mal stimmen sämtliche Individuen, welche das Ergebnis einer zweiartigen Kreuzung sind, miteinander überein, das andere Mal stimmen sie nicht miteinander überein und bilden eine mehr oder weniger reichgegliederte Kette von Mittelformen.

Bastarte, welche zwischen den Stammarten nicht die Mitte halten, sondern in ihren Eigenschaften und Merkmalen der einen oder anderen näher stehen, werden goneoklinisch (γονεύς, Erzeuger; κλίνω, hinneigen) genannt. Daß dieselben schon bei der erstmaligen Kreuzung entstehen können, ist nach den soeben mitgeteilten Erfahrungen außer Frage gestellt. Es gibt aber auch noch einen anderen Vorgang, welcher zur Bildung solcher Bastarte führt, und das ist die Kreuzung eines Bastartes mit einer seiner Stammarten. Solche Kreuzungen wurden in großer Zahl ausgeführt, und alle Beobachter stimmen darin miteinander überein, daß im allgemeinen der Erfolg einer solchen Kreuzung ein günstigerer ist, als wenn zwei Arten gekreuzt worden wären, d. h. daß dann, wenn die Narben eines Bastartes mit dem Pollen einer seiner Stammeltern belegt wurden, auf eine größere Zahl keimfähiger Samen gerechnet werden kann, als wenn man zwei Arten miteinander gekreuzt hätte. Daß die Individuen, welche das Ergebnis der Kreuzung eines Bastartes mit einer seiner Stammeltern sind, in ihren Eigenschaften und Merkmalen wieder eine Zwischenstellung einnehmen werden, ist im vorhinein zu erwarten und wird auch durch die Erfahrung bestätigt, aber ebenso ist nachgewiesen, daß bei denselben nicht immer eine vollständige Übereinstimmung in der Gestalt zum Ausdrucke kommt, sondern daß bisweilen mehrere Zwischenstufen in Erscheinung treten. Wenn der Bastart aus Cirsium Erisithales und Pannonicum, welcher zwischen seinen Stammarten die Mitte hält, mit dem Pollen von Cirsium Erisithales gekreuzt wird, so erscheinen die Individuen, welche das Ergebnis dieser Kreuzung sind, dem Cirsium Erisithales gewissermaßen näher gerückt und stellen sich als goneoklinische Bastarte dar. Nun kommen aber auch schon bei der erstmaligen Kreuzung von Cirsium Erisithales und Pannonicum Bastarte zum Vorscheine, welche nicht genaue

Mittelformen sind, sondern dem Cirsium Erisithales näher stehen als dem Cirsium Pannonicum. Diese gleichen natürlich dem durch Kreuzung des Bastartes aus Cirsium Erisithales und Pannonicum mit Cirsium Erisithales entstandenen goneoklinischen Bastarte, und wenn man die Entstehungsgeschichte des betreffenden Bastartes zu verfolgen nicht in der Lage war, so ist es mit Rücksicht auf die Eigenschaften und Merkmale allein unstatthaft, ein Urteil darüber abzugeben, wie der goneoklinische Bastart zu stande gekommen ist.

Bastarte, an deren Zustandekommen mittelbar drei verschiedene Arten beteiligt sind, werden Tripelbastarte genannt. Das Wort „mittelbar" ist hier besonders zu betonen, weil sonst leicht das Mißverständnis veranlaßt werden könnte, daß zu einer Samenanlage Pollenschläuche von zwei, drei oder noch mehr verschiedenen Arten zu gleicher Zeit gelangen und eine Befruchtung veranlassen könnten. Das kommt niemals vor, selbst dann nicht, wenn man etwa auf die Narbe einer Art den gemischten Pollen von zwei, drei oder noch mehr Arten bringen würde. Dagegen ist es durch zahlreiche Versuche erwiesen, daß die Kreuzung eines aus zwei Arten hervorgegangenen Bastartes mit dem Pollen einer dritten Art oder umgekehrt Tripelbastarte liefert. So z. B. wurde durch Kreuzung eines Bastartes aus Linaria genistifolia und purpurea mit dem Pollen von Linaria striata ein Tripelbastart erzeugt. Die Narben eines Köpfchens von Cirsium Linkianum, welches ein Bastart von Cirsium Erisithales und Pannonicum ist, wurden mit Pollen von Cirsium palustre belegt. Es entstanden in dem Köpfchen ziemlich viele reife Früchtchen, und die aus diesen Früchtchen hervorgegangenen Bastarte waren Tripelbastarte, an welchen Eigenschaften und Merkmale von Cirsium Erisithales, Cirsium Pannonicum und Cirsium palustre zu erkennen waren. Diese Tripelbastarte stimmten übrigens unter sich wieder nicht vollständig überein; ein Teil der Stöcke ähnelte in auffallender Weise dem Cirsium aquilonare, einem Bastarte, welcher durch Kreuzung aus Cirsium palustre und Pannonicum entsteht, und es traten an ihm die Merkmale des Cirsium Erisithales sehr zurück, während ein anderer Teil der Stöcke dem Cirsium ochroleucum, einem Bastarte aus Cirsium Erisithales und palustre, sehr ähnlich sah und die Merkmale des Cirsium Pannonicum nur noch schwach erkennen ließ. In vielen Gattungen (Achimenes, Begonia, Dianthus, Gladiolus ꝛc.) haben die Ziergärtner mit bestem Erfolge solche Tripelbastarte hervorgerufen, und es bilden diese gegenwärtig einen prächtigen Schmuck unserer Gartenbeete und Gewächshäuser. Auch von Weiden wurden in Gärten wiederholt Tripelbastarte erzeugt, so namentlich durch Kreuzung von Salix Cremsensis, einem Bastarte aus Salix Caprea und daphnoides mit Salix viminalis, dann aus Salix Wichurae, einem Bastarte aus Salix incana und purpurea mit Salix cinerea ꝛc. Die Weiden wurden übrigens auch noch zu viel weiter gehenden Versuchen benutzt. Indem man zwei Bastarte kreuzte, deren jeder von anderen Eltern herstammte, entstanden Bastarte, in welchen vier Weidenarten verbunden waren, und selbst sechs verschiedene Weidenarten wurden einmal durch Kreuzung miteinander vereinigt. Wichura erzielte in Breslau einen sechsfachen Bastart, an welchem Salix Caprea, daphnoides, Lapponum, purpurea, Silesiaca und viminalis beteiligt waren.

Daß es kaum möglich ist, an einem solchen Bastarte noch die Merkmale der sechs beteiligten Stammarten herauszufinden, braucht wohl kaum erwähnt zu werden. Übrigens ist es auch bei Bastarten, welche einer zweiartigen Kreuzung ihr Dasein verdanken, ohne Kenntnis der Entstehungsgeschichte nicht immer leicht, aus dem äußeren Ansehen auf den Ursprung zurückzuschließen. Die Verbindung der Eigenschaften und Merkmale der Stammarten erfolgt nämlich an den Bastarten nicht in allen Fällen nach einer und derselben Regel. Bisweilen macht es den Eindruck, daß diese Verbindung einer vollständigen Verschmelzung gleichkommt, so daß ein Gebilde hervorgeht, das am besten mit der Legierung zweier Metalle verglichen werden könnte. Häufig entsteht durch

die Verbindung eine neue Gestalt, welche sowohl in betreff der Lage und Richtung als auch des Umrisses und Ausmaßes der einzelnen Glieder die Eigentümlichkeiten der Stammeltern in einem bestimmten geometrischen Verhältnisse vereinigt zeigt. In diesem Falle, welchen man Vereinigung nennt, durchdringen sich die Gestalten der beiden Stammarten, erscheinen wie ineinander geschoben, als ob sie gleichzeitig von demselben Mittelpunkte ausgegangen wären, und die Gestalt des Bastartes erinnert an die Kombination von zwei verschiedenen Kristallgestalten. Ähnlich wie bei gewissen Kristallkombinationen bald die Flächen der einen, bald jene der anderen Gestalt durch ihren Umfang mehr in die Augen fallen und den allgemeinen Eindruck bestimmen, sieht man auch an vielen Pflanzenbastarten bald die Eigenschaften und Merkmale der einen, bald jene der anderen Stammart auffälliger hervortreten. Andere Pflanzenbastarte ließen sich dagegen mit jenen Kombinationen vergleichen, in welchen die beiden Kristallformen gleichwertig beteiligt sind. In manchen Fällen finden sich die Eigenschaften und Merkmale der Stammarten weder verschmolzen noch ineinander geschoben, sondern nahezu unverändert nebeneinander gesetzt oder wie die Gemengteile eines Gesteines gruppiert. Diese Mengung kommt gewöhnlich in der Weise zum Ausdrucke, daß Haare, Stacheln und Drüsen, welche den Stammarten eigentümlich sind, an dem Bastarte untermischt vorkommen, ohne eine wesentliche Veränderung ihrer Gestalt erfahren zu haben. Oder es trägt ein Abschnitt der Blüte die Farbe dieser, ein anderer die Farbe jener Stammart zur Schau. Es sind auch Bastarte bekannt, deren Laub dem Laube der einen, deren Blüten den Blüten der anderen Stammart täuschend ähnlich sehen, so daß man beim ersten Anblicke glauben könnte, es habe sich jemand den Scherz gemacht und auf dem belaubten Stocke der einen Art die Blüten der anderen Art angeheftet. Bei näherem Zusehen lassen sich allerdings geringe Abweichungen der so ähnlichen Laubblätter und Blüten von jenen der betreffenden Stammarten erkennen, aber das ändert nichts an der Thatsache, daß es Bastarte gibt, deren Laub weit mehr demjenigen der einen und deren Blüten weit mehr denjenigen der anderen Stammart ähnlich sehen. Wahrscheinlich gab einmal ein solcher Bastart die Veranlassung zur Aufstellung des S. 549 erwähnten Lehrsatzes, daß an dem Ergebnisse einer zweiartigen Kreuzung der Vater an den Blättern, die Mutter an dem Laube ausgesprochen sei. In dieser Fassung ist aber, wie schon erwähnt wurde, der Lehrsatz unrichtig; denn es kommen auch Bastarte vor, welche in den Blüten der mütterlichen und in dem Laube der väterlichen Stammart näher stehen.

Von den drei Formen der Verbindung elterlicher Eigenschaften und Merkmale, welche als Verschmelzung, Vereinigung und Mengung unterschieden werden, kommt bisweilen an allen Gliedern des Bastartes nur eine zur Geltung. Gewöhnlich herrscht aber in dieser Beziehung ein unberechenbarer Wechsel. Es gibt z. B. Rosenbastarte, an welchen der Umriß der Laubblätter einer Vereinigung, die Blütenfarbe einer Verschmelzung und die Haarbekleidung einer Mengung der betreffenden Eigenschaften der Eltern entsprechen.

Um zu zeigen, wie die Vereinigung der elterlichen Merkmale bei den Bastarten, im Aufbau des ganzen Pflanzenstockes, insbesondere in der Gestalt der Stengel, Laubblätter und Blüten und in der Form der Stacheln, Borsten, Haare und anderer Bekleidungen zum Ausdrucke kommt, sollen in nachfolgendem in gedrängtester Kürze einige Beispiele vorgeführt werden. Die Salweide (Salix Caprea) wächst als kleiner Baum mit dicken, aufrecht abstehenden, geraden Zweigen, deren jeder ungefähr 25 Blätter trägt; die kriechende Weide (Salix repens) ist ein niederer Strauch mit liegendem Stamme und bogenförmig aufsteigenden, von diesem Stamme sich erhebenden schlanken, rutenförmigen Zweigen, deren jeder mit nahezu 40 Blättern besetzt ist. Der Bastart aus beiden ist ein kleines Bäumchen mit gekrümmtem Stamme und aufstrebenden Zweigen, welche in ihrer Länge und Dicke sowie in ihrer Biegsamkeit und Richtung zwischen der

Salweide und kriechenden Weide die Mitte halten und mit 30 Blättern besetzt sind. Die Laubblätter der Brunella vulgaris sind ganzrandig, jene der Brunella laciniata tief fiederspaltig, der Bastart aus beiden, Brunella intermedia, hat ausgebuchtete und gelappte Blätter. Die Laubblätter der Potentilla sterilis oder Fragariastrum sind dreizählig, und jedes Teilblättchen ist beiderseits mit 4—5 Sägezähnen besetzt; die Laubblätter der Potentilla micrantha sind gleichfalls dreizählig, aber jedes Teilblättchen ist beiderseits mit 7—10 Sägezähnen besetzt. Der Bastart aus beiden, Potentilla spuria, weist Teilblättchen auf, deren jedes beiderseits mit 6—8 Sägezähnen besetzt ist. Mit dem Zuschnitte der Blätter hängt bekanntlich auch der Verlauf, die Verteilung und die Anordnung der unter dem Namen Nerven bekannten Stränge innigst zusammen. Wenn man nun das Netz der Stränge in den Blättern der Stammarten mit jenem in den Blättern des aus ihnen hervorgegangenen Bastartes vergleicht, so wird man durch die bis in die kleinsten Kleinigkeiten zu verfolgende Vereinigung auf das höchste überrascht. Keine Pflanzengruppe eignet sich zu diesfälligen Untersuchungen besser als die Weiden. Selbst dann, wenn von einem zweiartigen Weidenbastarte nur ein einziges Laubblatt vorliegen sollte, kann man in den meisten Fällen aus der Zahl und Verteilung der Stränge auf die beiden Stammarten zurückschließen. Die Purpurweide (Salix purpurea) bildet einen Bastart mit der großblätterigen Weide (Salix grandifolia) und einen zweiten mit der Salweide (Salix Caprea). Die großblätterige Weide hat doppelt so viele Seitenstränge an jedem Laubblatte als die Salweide. Das wiederholt sich nun in entsprechender Weise auch an den beiden Bastarten, deren Laubblätter im übrigen eine große Ähnlichkeit haben.

Bei den Korbblütlern zeigen bekanntlich die Hüllblätter eine große Mannigfaltigkeit der Gestalt, und es haben die beschreibenden Botaniker von jeher bei der Unterscheidung der Arten auf die Größe, den Zuschnitt, die Berandung und die eigentümlichen Anhängsel am freien Ende dieser Hüllblätter ein großes Gewicht gelegt. An den Bastarten der Korbblütler sieht man nun nicht selten die abweichendsten Gestalten der den Stammarten eigentümlichen Hüllblätter vereinigt. So z. B. endigen die Hüllblätter an den Blütenköpfchen der Centaurea rupestris mit einem langen gelben Stachel, während jene der Centaurea Scabiosa mit einem breiten schwarzbraunen, trockenhäutigen, gefransten Saume eingefaßt sind. Die Hüllblätter des aus diesen beiden Arten hervorgegangenen Bastartes, Centaurea sordida (Grafiana), sind mit einem schmalen lichtbraunen, trockenhäutigen, gefransten Saume eingefaßt und endigen in einem kurzen gelblichen Stachel. Ein sehr lehrreiches Beispiel für eine sämtliche Teile der Blütenregion betreffende Vereinigung der elterlichen Merkmale ist auch der Lippenblütler Marrubium remotum, welcher durch Kreuzung von Marrubium peregrinum und vulgare entstanden ist. Die büschelförmigen kleinen Trugdolden von Marrubium peregrinum enthalten 10—18, jene des Marrubium vulgare 4—5, jene des Bastartes Marrubium remotum 5—10 Blüten. Der Kelch des Marrubium peregrinum hat eine graue Farbe, ist mit anliegendem Filze bedeckt, und sein Saum weist 5 große pfriemenförmige Zähne auf, welche in eine gerade Spitze auslaufen. Der Kelch des Marrubium vulgare hat eine grüne Farbe, ist abstehend behaart, und sein Saum zeigt 10 kleine Zähne, welche mit einer starren, hakenförmig zurückgekrümmten Spitze abschließen. Fünf dieser Zähne sind etwas länger, 5 etwas kürzer. Der Kelch des Bastartes Marrubium remotum hat eine graugrüne Farbe, ist mit lockerem Haarfilze bekleidet, und sein Saum weist 5 große pfriemenförmige Zähne auf, welche mit einer auswärts gekrümmten starren Spitze endigen. Zwischen diesen 5 großen Zähnen sind 2—5 sehr kleine Zähne eingeschaltet. An der Krone des Marrubium peregrinum sind die drei Lappen der Unterlippe nahezu gleichlang, an jener des Marrubium vulgare ist der mittlere Lappen der Unterlippe 3mal so lang als die beiden seitlichen, und an dem Bastarte Marrubium remotum ist der mittlere Lappen der

Unterlippe $1^1/_2$mal so lang als die beiden seitlichen. Ein sehr hübsches Beispiel ist auch Dianthus Oenipontanus, ein Nelkenbastart, welcher der Kreuzung von Dianthus alpinus und Dianthus superbus sein Dasein verdankt. Bei Dianthus alpinus sind die Deckblättchen am Grunde des Kelches fast so lang, bei Dianthus superbus nur $^1/_4$—$^1/_3$ so lang und bei dem Bastarte Dianthus Oenipontanus $^1/_2$ so lang als die Röhre des von ihnen gestützten Kelches. Die Kronenblätter des Dianthus alpinus zeigen eine breite, am Rande mit kurzen dreieckigen Zähnen besetzte Platte, jene des Dianthus superbus eine in zahlreiche schmale Fransen zerschlitzte Platte, der Bastart Dianthus Oenipontanus besitzt Kronenblätter mit einer am Rande in lineale Zipfel tief gespaltenen Platte. Auch in betreff des Ausmaßes der Blütenteile spricht sich an den meisten Bastarten eine Verbindung des Ausmaßes der elterlichen Blütenteile aus. So z. B. sind die Perigone der zu den Orchideen gehörigen Gymnadenia conopea lang gespornt, d. h. von dem unter dem Namen Lippchen bekannten Perigonblatte geht eine Aussackung aus, welche man mit einem Sporne verglichen hat, und diese erreicht bei Gymnadenia conopea die Länge von 15 mm. An den Perigonen der Nigritella nigra ist diese Aussackung sehr kurz und mißt ungefähr 2 mm. Der Sporn des Bastartes aus diesen beiden Orchideen, nämlich Nigritella suaveolens, hat eine Länge von 5—7 mm. Bei den Weidenbastarten hält sich die Zahl der Pollenblätter in den einzelnen Blüten des Bastartes stets zwischen der Zahl der Pollenblätter in den Blüten der Stammarten. So z. B. beträgt die Zahl der Pollenblätter in einer Blüte bei Salix alba 2, bei Salix pentandra 5—12 und bei dem Bastarte aus beiden, Salix Erhartiana, 3—4.

Die von der Oberhaut des Stengels und der Blätter ausgehenden zelligen Gebilde, welche als Haare, Borsten, Schülfern, Drüsen &c. unterschieden und unter dem Namen Überzug (indumentum) zusammengefaßt werden, bilden bei den meisten Pflanzenarten sehr beständige Merkmale. Insbesondere gilt das Vorkommen von Sternhaaren sowie das Auftreten der aus einfachen Zellenreihen zusammengesetzten und von einer mit ätherischem Öle gefüllten kugeligen Blase abgeschlossenen Drüsenhaare bei den beschreibenden Botanikern als vortrefflicher Anhaltspunkt zur Unterscheidung ähnlicher Arten. An den Bastarten tritt die Bekleidung der Eltern in mannigfaltiger Verbindung hervor. Meistens ist es eine Mengung, seltener eine Vereinigung, und in letzterem Falle nehmen die Haare, Borsten, Schülfern und Drüsen sowohl der Form und Größe als der Zahl nach eine Mittelstellung ein. Die Gattung Lungenkraut (Pulmonaria), welche zur Bastartbildung besonders geneigt ist, umfaßt nur wenige Arten, aber jede derselben ist durch eine eigentümliche Bekleidung kenntlich. So ist namentlich Pulmonaria officinalis dadurch ausgezeichnet, daß sich an der Oberseite ihrer Blätter unter und zwischen den langen zerstreuten Borstenhaaren Tausende einzelliger, sehr kurzer, mit freiem Auge kaum wahrnehmbarer dörnchenförmiger Haare ausbilden. Die Laubblätter der Pulmonaria angustifolia entbehren dieser dörnchenförmigen Haare, tragen aber an ihrer oberen Seite desto mehr anliegende gerade, gleichlange Borstenhaare. Die Blätter des Bastartes aus beiden, Pulmonaria hybrida, sind an der Oberseite mit reichlichen langen Borstenhaaren besetzt, und unter und zwischen diesen sieht man eine große Zahl kurzer Börstchen, welche ungefähr doppelt oder dreimal so lang sind als die dörnchenförmigen Haare der Pulmonaria officinalis. Ein sehr lehrreiches, hierher gehöriges Beispiel ist auch das durch Kreuzung des rostfarbigen Alpenröschens (Rhododendron ferrugineum) mit dem wimperhaarigen Alpenröschen (Rhododendron hirsutum) leicht darzustellende hybride Rhododendron intermedium. Die Laubblätter des Rhododendron ferrugineum sind oberseits dunkelgrün, glatt und glänzend, unterseits rostfarbig und matt, was durch dicht zusammengedrängte Schülfern veranlaßt wird. Der Blattrand ist nicht gewimpert. Die Laubblätter des Rhododendron hirsutum sind hellgrün und mit weißlichen, zerstreuten Drüsen (s. Band I, S. 214, Fig. 5 und 6) besetzt; der Blattrand ist

von langen Haaren gewimpert. Die Laubblätter des Rhododendron intermedium zeigen die verschiedenen Oberhautgebilde der beiden Stammarten nebeneinander; an der unteren Seite sind sie, wenn auch nicht so reichlich wie bei Rhododendron ferrugineum, mit braunen Schülfern und am Rande, wenn auch nicht so reichlich wie bei Rhododendron hirsutum, mit Wimperhaaren besetzt. Ähnlich verhält es sich mit den Rosen, Fingerkräutern, Brombeeren, Hungerblümchen, Habichtskräutern und noch vielen anderen. Wenn die eine Rose nur drüsenlose, die andere nur drüsentragende Haare aufweist, so ist der Bastart derselben zuverlässig mit einem Gemenge aus diesen zweierlei Haargebilden bekleidet. Mehrere Arten des Fingerkrautes (Potentilla) sind mit Sternhaaren oder Büschelhaaren besetzt, andere entbehren derselben und tragen ausschließlich einfache Haare an den Blättern; an den Bastarten aus solchen Arten sind den reichlichen einfachen Haaren stets Sternhaare oder Büschelhaare beigemengt. Von den ausdauernden, in unseren Hochgebirgen heimischen Hungerblümchen (Draba) tragen einige Arten geradlinige, amboßartige, andere dagegen drei- und vierstrahlige Sternhaare. An den aus ihnen erzeugten Bastarten sieht man geradlinige und strahlige Sternhaare gemengt auf derselben Blattspreite. Wenn die Haare zweier Stammarten von gleicher Form, aber ungleicher Länge sind, so zeigen die Haare der aus ihnen hervorgegangenen Bastarte eine Länge, welche nahezu dem Mittel aus den Längen der Haare der Stammarten entspricht. So z. B. sind die Haare an der unteren Blattseite bei Salix aurita 0,3 mm, bei Salix repens 1,2 mm und bei dem Bastarte aus beiden, Salix plicata, 0,6 mm lang. Die Haare der Salix Caprea sind 0,8 mm, jene der Salix viminalis 0,3 mm und jene des Bastartes aus beiden, Salix acuminata, 0,5 mm lang. Sobald die eine Stammart kahl und die andere behaart ist, kann man mit Sicherheit darauf rechnen, daß der Bastart aus beiden zwar behaart ist, aber weniger Haare an dem betreffenden Pflanzengliede aufweist als die behaarte Stammart. So verhält es sich z. B. mit Primula Sturii, einem Bastarte aus der kahlen Primula minima und der drüsig behaarten Primula villosa. Die letztere weist an ihren Laubblättern sehr dicht gestellte Drüsenhaare von 0,7—1 mm Länge auf. Primula Sturii hat zerstreut stehende Drüsenhaare von 0,3 mm Länge. Von den Bastarten, welche durch Kreuzung der Purpurweide (Salix purpurea) mit der Korbweide (Salix viminalis) gewonnen werden, unterscheiden die Botaniker zwei Abstufungen, deren eine, der Purpurweide näher stehende den Namen Salix rubra, deren andere, der Korbweide näher stehende den Namen Salix elaeagnifolia führt. Die ausgewachsenen Laubblätter der Purpurweide sind unterseits kahl, jene der Korbweide tragen an der unteren Seite schimmernde, den Seitensträngen parallele und der Blattfläche anliegende, 0,3 mm lange Härchen. Solcher Härchen kommen auf 1 qmm ungefähr 1800. Die Härchen des Bastartes Salix elaeagnifolia stimmen in der Länge mit jenen der Salix viminalis überein, aber es kommen von denselben auf 1 qmm ungefähr 800, und die Härchen des der Purpurweide näher stehenden Bastartes Salix rubra sind etwas kürzer, und es kommen auf 1 qmm nur 400 Härchen zu stehen.

In jüngster Zeit wurde durch Wettstein die wichtige Entdeckung gemacht, daß auch die Form und Anordnung der Zellen und Gewebe bei den Bastarten einer Verbindung der den Stammarten eigentümlichen Form und Anordnung entspricht. Die verschiedenen Arten der Gattung Föhre (Pinus) lassen sich durch den anatomischen Bau ihrer nadelförmigen Blätter, insonderheit durch die Dicke der Oberhautzellen, die Zahl der unter der Oberhaut liegenden Steinzellen und die Zahl der Harzgänge mit Sicherheit unterscheiden. Bei den Bastarten erscheinen diese anatomischen Merkmale der Eltern vereinigt und zwar häufig als genaues arithmetisches Mittel. So z. B. enthält jedes nadelförmige Blatt der gewöhnlichen Föhre (Pinus silvestris) 6—10, der Legföhre (Pinus Mughus) 3—5 und des Bastartes aus beiden, Pinus rhaetica, 5—7 Harzgänge.

Die Wachholder (Juniperus) zeigen ein ähnliches Verhältnis. Ihre Blätter unterscheiden sich durch die Dicke und Länge des den Blattrücken deckenden Mantels aus Steinzellen, die Weite des die Blattmitte durchsetzenden Harzganges und die Zahl der diesen Harzgang einschließenden Zellen. Bei den Bastarten, z. B. dem durch Kreuzung aus Juniperus communis und sabinoides entstandenen Bastarte Juniperus Kanitzii, erscheinen die entsprechenden zelligen Gebilde in den Blättern deutlich als Vereinigung aus jenen der Stammarten. Während ich diese Zeilen schreibe, kommt mir ein Buch zur Hand, in welchem durch Hildebrand nachgewiesen wird, daß auch bei den Bastarten des Sauerklees (Oxalis) die anatomischen Verhältnisse der Stammarten vereinigt angetroffen werden, und es ist nicht daran zu zweifeln, daß dieselben Beziehungen bei allen Pflanzengruppen gefunden werden.

Von nicht zu unterschätzender Bedeutung ist die Thatsache, daß auch die aromatischen Stoffe und die Farbstoffe, welche in den Zellen eines Bastartes erzeugt werden, zum Teile von dem Vater, zum Teile von der Mutter herstammen. Es wurde schon zu wiederholten Malen (S. 199 und 481) erwähnt, daß die verschiedenen Arten der Gattung Rosa an dem eigentümlichen Duft ihrer Blumenblätter sofort zu erkennen sind. Der Duft der Zentifolie, welcher insbesondere als Rosenduft angenommen wird, ist von jenem der Rosa alpina, dieser wieder von jenem der Rosa arvensis, der Rosa Gallica, der Rosa Indica ꝛc. sehr abweichend. Die Rosa Nasterana hat sogar einen ausgesprochenen Nelkenduft, und Rosa lutea und punicea sind ihres einigermaßen an Wanzen erinnernden Duftes wegen berüchtigt. In dem Dufte, welchen die Blüten der Rosenbastarte aushauchen, sind nun die Düfte der Stammarten in der mannigfachsten Weise verschmolzen. Gewöhnlich herrscht der Duft der einen Stammart vor, und jener der anderen bildet gewissermaßen nur eine Beimengung. Mitunter entsteht aber auch durch Verschmelzung ein ganz neuer Duft. Wieder in anderen Fällen tritt der Duft einer Stammart verstärkt hervor, während jener der zweiten Stammart förmlich ausgelöscht ist. Ähnlich verhält es sich mit den aromatischen Stoffen, welche den Duft des Laubes veranlassen, in welcher Beziehung insbesondere die Bastarte der Rosa glutinosa, rubiginosa und rugosa mit Rosa Gallica und Centifolia sehr bemerkenswert sind. Auch die aromatischen Stoffe, welche in den Früchten enthalten sind und unsere Geschmacksnerven erregen, findet man in die Bastarte zum Teile von dem Vater, zum Teile von der Mutter übergegangen. Bei der Schwierigkeit, die verschiedenen Geruchs- und Geschmacksempfindungen durch Namen festzuhalten und sich mittels dieser Namen zu verständigen, ist es aber mißlich, diese Verhältnisse ausführlicher zu besprechen.

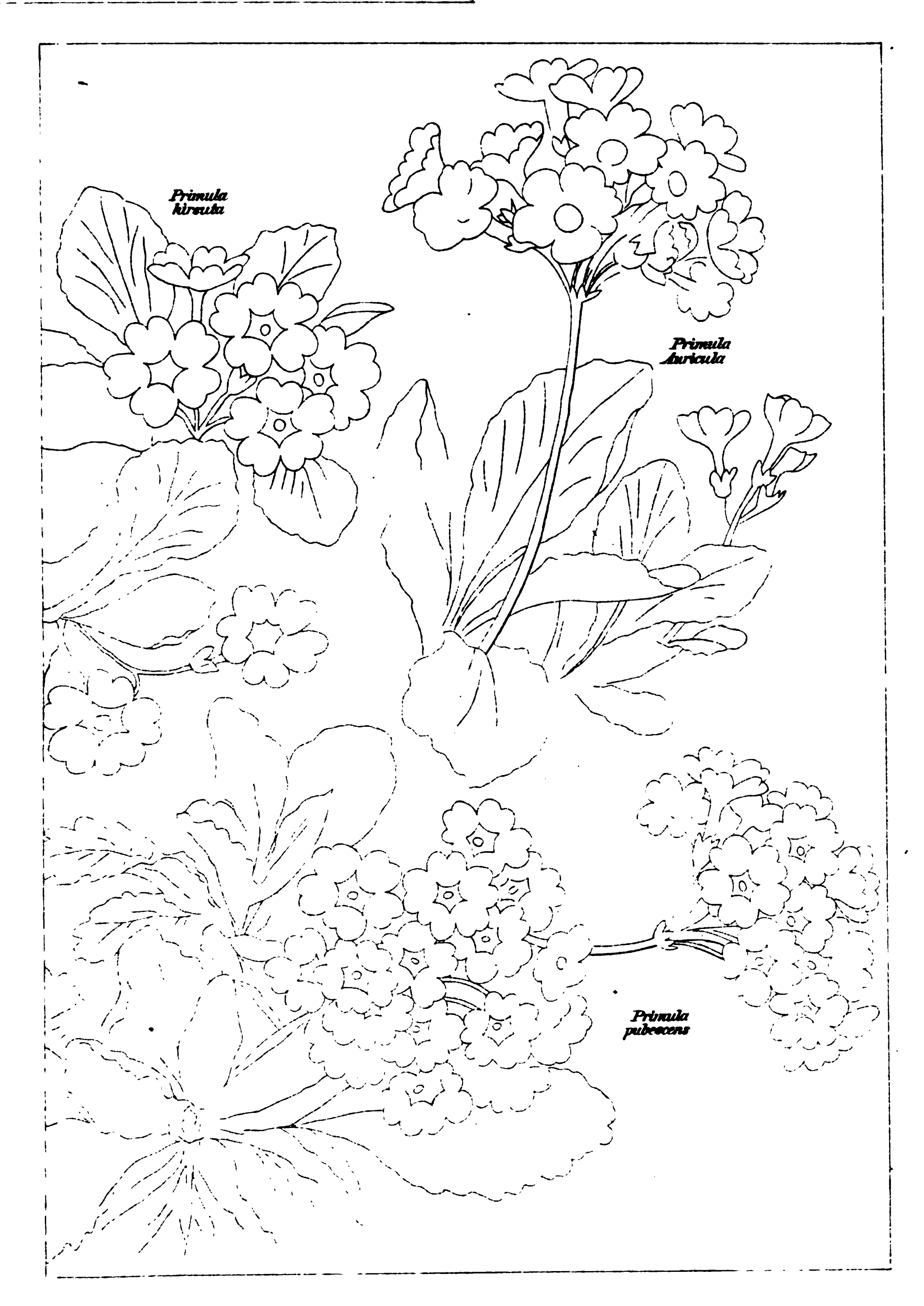
Was die an den Bastarten in Erscheinung tretenden Farbstoffe anbelangt, so ist zunächst hervorzuheben, daß in allen jenen Fällen, wo die Laubblätter der Eltern einen verschieden grünen Farbenton zeigen, das Grün der Laubblätter des Bastartes einen mittleren Farbenton einhält. Recht auffallend tritt dies an jenen Weidenbastarten hervor, an deren Entstehen Salix nigricans und Salix purpurea beteiligt sind. Beide Arten haben nämlich die Eigentümlichkeit, daß ihr Laub beim Verdorren schwarz wird. Diese Eigenschaft geht nun, wenn auch abgeschwächt, auf die Bastarte über, welche Salix nigricans und Salix purpurea mit anderen Weiden bilden, deren Laub beim Vertrocknen einen braunen Farbenton annimmt. Die Blütenfarbe tritt an den Bastarten meistens als Verschmelzung, seltener als Mengung der Blütenfarben der Stammarten hervor. Die Verschmelzung wird insbesondere an den Bastarten der Orchideen, der Läusekräuter, der Windröschen und Küchenschellen, des Schneckenklees und der Königskerzen beobachtet. Wenn die Farbe der Blumenblätter bei der einen Stammart ein mattes, bei der anderen ein gesättigtes Rot oder Blau war, so erscheint sie an dem Bastarte als ein mittlerer Farbenton. So z. B. ist die Farbe der Blumenblätter bei Gymnadenia conopea rosenrot, bei Nigritella nigra dunkel

blutrot und bei dem Bastarte aus beiden, Nigritella suaveolens, leuchtend karminrot. Die Blumenkrone der Pedicularis incarnata ist trüb karminrot, jene der Pedicularis recutita dunkel rotbraun und jene des Bastartes aus beiden, Pedicularis atrorubens, dunkel purpurrot. Wenn die Blütenfarbe der einen Stammart weiß und jene der zweiten Stammart gesättigt gelb, rot oder blau ist, so trägt die Blüte des Bastartes meistens ein abgeblaßtes Gelb, Rot oder Blau zur Schau. Anemone nemorosa hat weiße, Anemone ranunculoides goldgelbe und der Bastart aus beiden, Anemone intermedia, schwefelgelbe Blumen. Sehr merkwürdig wird die Blütenfarbe des Bastartes, wenn jene der einen Stammart gelb, jene der anderen blau oder violett ist. Die Sandluzerne (Medicago media), welche ein Bastart aus der gelbblütigen Medicago falcata und der blauviolett blühenden Medicago sativa ist, zeigt sehr häufig grüne Blumenkronen. Die durch Kreuzung der gesättigt gelb blühenden Königskerzen mit dem durch seine purpurvioletten Blüten auffallenden Verbascum phoeniceum entstandenen Bastarte (Verbascum commutatum, rubiginosum, Schmidlii, versiflorum ꝛc.) weisen in ihren Blumenkronen durchweg einen hellbräunlichen Farbenton auf. Es ist eben jene Farbe, welche entsteht, wenn man Gummigutti mit einem durch Mischung von Karmin und Indigo erzeugten Violett versetzt. Abweichend hiervon ist die Farbe der Blumenkrone an Verbascum pseudophoeniceum, einem Bastarte, welcher der Kreuzung des Verbascum Blattaria mit Verbascum phoeniceum sein Dasein verdankt. Eine der Stammarten (Verbascum Blattaria) hat blaßgelbe, die andere (Verbascum phoeniceum) purpurviolette und der oben genannte Bastart blasse karmesinrote Blumenkronen

Von hohem Interesse sind hier auch die Primelbastarte, welche durch Kreuzung der einfarbig blühenden Primula Auricula mit den zweifarbig blühenden Arten Primula Carniolica, hirsuta, Oenensis, villosa ꝛc. entstehen. Die durch Kreuzung der Primula Auricula und Primula hirsuta entstandene Primula pubescens, welche zur Stammpflanze der Gartenaurikel geworden ist, erscheint auf der beigehefteten Tafel neben ihren Stammeltern dargestellt. Die Farbe der Blumenkrone ist bei Primula Auricula einfarbig goldgelb; am Schlunde, d. h. an der Grenze der Röhre und des schüsselförmig ausgebreiteten Saumes erscheint ein mehliger weißer Beschlag, welcher, gleich jenem am Kelche, den Blütenstielen und Deckblättchen, von einer eigentümlichen Umwandlung der Oberhaut herrührt. Die Blumenkrone der Primula hirsuta ist zweifarbig. Die Zipfel des Saumes sind violettrot, der Schlund ist weiß; die beiden Farben grenzen ziemlich scharf voneinander ab, und dadurch entsteht in der Mitte der Blüte ein weißer fünfstrahliger Stern. Von einem mehligen Beschlage ist hier nichts zu sehen. An dem Bastarte aus diesen beiden Primeln ist nun sowohl das Violettrot des Saumes als auch das Weiß des Schlundes mit Gelb getränkt. Das Violettrot hat durch diese Verschmelzung mit Gelb einen bräunlichen Stich erhalten, und in der Mitte der Blüte ist ein blaßgelber Stern zu sehen.

Bei weitem seltener als die Verschmelzung kommt in den Blüten der Bastarte die Mengung der von den Stammarten überkommenen Farbstoffe vor. Durch Kreuzung der rot blühenden Rosa Gallica und Damascena mit der weißblütigen Rosa alba wurden schon von den Gärtnern der römischen Kaiserzeit Hybriden erzeugt, deren Blumenblätter der Länge nach rot und weiß gestreift und gefleckt waren. An hybriden Calceolarien, Nelken, Petunien, und Oxalis wurde Ähnliches beobachtet, und auch von Tulpen (Tulipa) und Schwertlilien (Iris) kennt man Bastarte, deren Perigonblätter die zweierlei Farben der Stammarten als Streifen und Makel nebeneinander zur Schau tragen. Ein Bastart aus Iris Florentina und Iris Kochii verdient hier einer besonderen Erwähnung. Die Perigone der Iris Florentina sind milchweiß, jene der Iris Kochii dunkelviolett. An einem Stocke des aus diesen beiden Arten hervorgegangenen Bastartes, welcher zum ersten Male im Mai des Jahres 1871 im Innsbrucker botanischen Garten zur Blüte gelangte, waren zwei äußere und ein

[Zur Tafel: »Ein Primelbastard und seine Stammeltern«.]





EIN PRIMELBASTARD UND SEINE STAMMELTERN.

inneres Perigonblatt vom Zuschnitte der Iris Kochii und tief violett gefärbt, ein äußeres und zwei innere Perigonblätter vom Zuschnitte der Iris Florentina und von milchweißer Farbe. Diese Anordnung der Farben in den Blüten wiederholte sich von Jahr zu Jahr in derselben Weise. Im Jahre 1877 kam auch eine einzelne Blüte zum Vorscheine, welche an dem unteren milchweißen Perigonblatte einige dunkelviolette, vom Mittelfelde gegen den Rand zu sich verbreiternde Striemen aufwies. Ein zweiter Stock desselben Schwertlilienbastartes entwickelte Blüten, welche sich von Iris Florentina nur dadurch unterschieden, daß einzelne der milchweißen Perigonblätter dunkelviolette, gegen den Rand zu stark verbreiterte Streifen zeigten. Nicht weniger merkwürdig war ein Bastart, welcher im botanischen Garten zu Florenz aus Iris Germanica und Iris sambucina entstanden war, und von welchem mir ein Stock im Jahre 1872 zugesendet wurde. Ein unteres und zwei obere Perigonblätter zeigten zur Hälfte die eigentümliche Färbung und Zeichnung der Iris sambucina, zur Hälfte jene der Iris Germanica. Die anderen Perigonblätter unterschieden sich, abgesehen von ihrem geringeren Umfange, nicht von jenen der Iris Germanica.

In betreff der Farbenverteilung an den Blumenblättern ist übrigens die Bemerkung einzuschalten, daß das Auftreten verschiedenfarbiger Streifen, Flecken und Sprenkel nicht immer als Anzeichen der Bastartnatur zu gelten hat. Von Viola polychroma, einer in den Alpenthälern ungemein häufigen Veilchenart, trägt ein Stock nicht selten gleichzeitig zwei, drei, vier offene Blüten, von denen jede eine andere Farbenmischung aufweist, und auf einem mit dieser Veilchenart überwucherten Platze im Umfange von 20 qm kann man mit Leichtigkeit 100 Blüten pflücken, deren jede eine andere Farbenverteilung und eine andere Gruppierung der Makel und Striemen an den Kronenblättern zeigt. Ähnlich verhalten sich Iris pumila und Polygala amarella. Von letzterer finden sich ebenso häufig Stöcke mit blauen und weißen wie mit blau und weiß gesprenkelten Blüten, und auch Stöcke, welche neben weißen Blüten einzelne blau gesprenkelte tragen, sind keine Seltenheit. Ebenso zeigen mehrere Arten der Gattungen Anthyllis, Euphrasia, Galeopsis, Linaria, Melittis, Ophrys, Orchis, Saxifraga ꝛc. einen großen Wechsel in der Färbung und Zeichnung der Blumenblätter, welcher weder durch Bastartierung veranlaßt, noch aus den Einflüssen des Bodens und Klimas herzuleiten ist. Auch auf die zahlreichen Arten, welche abwechselnd mit blauen und weißen, roten und weißen, blauen und roten, gelben und weißen ꝛc. Blütenfarben vorkommen, und von welchen auf S. 189 die Rede war, mag hier hingewiesen sein. Es gibt eben Pflanzenarten, für welche die Heterochromie, das ist der Wechsel in der Farbe und Zeichnung der Blumenblätter, als spezifische Eigentümlichkeit zu gelten hat. Diesen Arten mit heterochromen Blüten sind jene mit homochromen Blüten gegenüberzustellen, welche, soweit die Erfahrung reicht, stets mit der gleichen Farbe und Zeichnung ihrer Blumenblätter in Erscheinung treten und nur unter dem Einflusse verschiedener Lichtstärke geringe Abstufungen in der Tiefe der Farbe erkennen lassen. Iris Kochii und Florentina, Primula Auricula und hirsuta ꝛc., welche im Vorhergehenden als Eltern besonders merkwürdiger Bastarte erwähnt wurden, gehören der Gruppe von Pflanzen mit homochromen Blüten an, und es ist selbstverständlich, daß bei den Bastarten, welche aus solchen Pflanzen hervorgehen, die Blütenfarbe ein wichtiges Erkennungszeichen bildet.

Es ist hier der passendste Ort, auch über die Bizzaria der italienischen Gärtner und über die sogenannten Pfropfhybriden einige Worte einzuschalten. Mit dem Namen Bizzaria haben die Italiener eine Frucht belegt, welche aus abwechselnden Längsschnitten von Limonie (Citrus Limonium) und Apfelsine (Citrus Aurantium) besteht. Diese abwechselnden Längsschnitte unterscheiden sich nicht nur durch ihr äußeres Ansehen, sondern auch durch den Geruch und Geschmack voneinander. Die Zahl derselben ist ungleich. An einigen von mir gesehenen Früchten der Bizzaria zeigten sich fünf Längswülste von der Färbung

einer Zitrone in die Apfelsinenfrucht eingeschaltet, andere machten im großen und ganzen den Eindruck einer Apfelsine; nur der achte Teil hatte die Form, Farbe und den Geschmack der Limonie, und dieses Achtel war auffallend vorgewölbt und zog sich als heller Wulst von einem zum anderen Pole der kugeligen Frucht. Die Gärtner behaupten, daß die Bizzaria das Ergebnis einer Kreuzung von Citrus Limonium und Citrus Aurantium sei. An anderen ähnlichen Bastarten der Gattung Citrus, so z. B. an der Bergamotte (Citrus medica), welche als Bastart der Limonie und Pomeranze gilt, findet man aber die Eigenschaften und Merkmale der Eltern nicht nebeneinander und nicht gemengt, sondern es hat hier eine Verschmelzung und Vereinigung stattgefunden. Ob die gelb und grün gestreiften Bergamottbirnen und die Weintrauben, an welchen einzelne Beeren zur Hälfte dunkel, zur Hälfte hell gefärbt sind, als Seitenstück der Bizzaria aufzufassen sind, muß so lange unentschieden bleiben, als die verschiedenen Arten der Gattung Pirus und Vitis, aus welchen die zahllosen jetzt gepflegten Birnenbäume und Weinreben durch Kreuzung hervorgingen, nicht festgestellt sind.

Zu wiederholten Malen wurde von den Gärtnern behauptet, daß auch durch Äugeln und Pfropfen Hybride entstehen können, und es wurden diese zum Unterschiede von jenen, welche das Ergebnis einer Kreuzung sind, Pfropfhybride genannt. Eine dieser Pfropfhybriden, nämlich Cytisus Adami, welche die Merkmale von Cytisus Laburnum und Cytisus purpureus in wunderlicher Weise gemengt an demselben Stocke trägt, hat seiner Zeit zu lebhaften Erörterungen in wissenschaftlichen Kreisen Veranlassung gegeben. Man kann sich in der That nicht leicht etwas Seltsameres denken als einen Stock dieses Cytisus. Die meisten Blüten desselben stellen einen Mittelschlag dar, dessen Kelche weder so seidenhaarig wie jene des Cytisus Laburnum, noch so kahl und glatt wie jene des Cytisus purpureus sind, und deren Blumenkronen eine aus dem Purpur des Cytisus purpureus und dem Gelb des Cytisus Laburnum hervorgegangene schmutzig rosenrote Farbe besitzen. Aber an manchen Blütentrauben finden sich neben den schmutzig rosenroten Blüten auch einzelne Blüten mit seidenhaarigem Kelche und den gelben Blumenkronen des Cytisus Laburnum und, was das merkwürdigste ist, einzelne Blüten, welche zur Hälfte dem Cytisus purpureus, zur Hälfte dem Cytisus Laburnum, oder wo ein Drittel der Blumenblätter dem Cytisus purpureus, zwei Drittel dem Cytisus Laburnum angehören, und noch verschiedene andere Mischungen, welche ausführlich hier zu schildern zu weit führen würde. Dieser seltsame Cytisus wurde nach Angabe Schnittspahns in Vitry bei Paris im Jahre 1826 von dem Pflanzenzüchter Adam durch Okulieren einer Knospe des Cytisus purpureus auf einen Stock des Cytisus Laburnum zu stande gebracht. Der Sproß, welcher aus der eingeimpften Knospe hervorging, war eben nicht mehr reiner Cytisus purpureus, sondern gleichsam ein Gemenge aus diesem und Cytisus Laburnum, welch letzterer zur Unterlage gedient haben soll. Knospen zur Vermehrung des Cytisus Adami kamen aus Vitry in die verschiedensten Gärten Europas und wurden daselbst bald auf Stöcke des Cytisus Laburnum, bald auf solche des Cytisus Jacquinianus und alpinus geimpft. Nicht selten wurden auf denselben Stock von den Gärtnern auch noch Knospen von Cytisus purpureus angebracht, und man bewunderte dann die seltsamen Bäumchen, von welchen einzelne Zweige dem Cytisus Laburnum, Jacquinianus oder alpinus, andere dem Cytisus Adami und wieder andere dem Cytisus purpureus angehörten, und wo überdies in den Trauben des Cytisus Adami einzelne Blüten des Cytisus Laburnum und solche, welche der früher geschilderten Mischung aus Cytisus Laburnum und Cytisus purpureus entsprachen, zum Vorscheine kamen.

Für gewöhnlich sind die Beziehungen des Impflings zur Unterlage wesentlich anders als diejenigen, welche sich bei dem von Adam vorgenommenen Versuche herausgestellt haben sollen. Der Sproß, welcher sich aus der aufgeimpften Knospe entwickelt, benutzt die Unterlage

wie ein Schmarotzer seine Wirtpflanze (s. Band I, S. 198). Er bezieht aus der Unterlage den rohen Nahrungssaft, und dieser wird von den lebendigen Protoplasten, welche in den Zellen des Pfropfreises thätig sind, in derselben Weise aufgenommen, benutzt und verarbeitet wie die flüssigen Stoffe, welche von den Wurzeln aus dem feuchten Erdboden aufgesaugt werden. Es darf vorausgesetzt werden, daß diejenigen Zellen des Impflinges, welche den rohen Nahrungssaft übernehmen, sich nicht wesentlich anders verhalten wie die Saugzellen der Wurzeln, d. h. daß ihnen ein Wahlvermögen zukommt, so daß nur diejenigen Stoffe Zulaß finden, welche für die Art, der das Pfropfreis angehört, zuträglich sind. Wenn ein Einfluß der Unterlage auf das Pfropfreis vorhanden wäre, so könnte er kaum anders sein als der Einfluß verschiedener Bodenmischungen. Es würden höchstens Veränderungen der Gestalt und Farbe zu stande kommen, welche keinen Bestand haben und sich in der aus dem Pfropfreise später hervorgehenden Nachkommenschaft nicht erhalten. Thatsächlich zeigen z. B. die von einem Aprikosenbaume abgenommenen und auf verschiedene andere Amygdaleen gepfropften oder die von einem Birnbaume abgeschnittenen und auf Quitten, Weißdorn und andere Pomaceen übertragenen Reiser, wenn sie angewachsen sind, nicht den geringsten Unterschied, weder in der Belaubung noch in den Blüten und Früchten. Auch für die durch Kreuzung erzeugten Rosenbastarte, welche man durch Äugeln und Pfropfen vermehrt, ist es ganz gleichgültig, ob man diese oder jene wilde Rosenart als Unterlage benutzt. Niemals ist bei den vielen Tausenden von solchen Vermehrungen ein wesentlicher Einfluß der Unterlage auf die Gestalt des aufgeimpften Reises beobachtet worden.

Durch die oben beschriebenen Bastarte der Gattung Iris angeregt, wurde in den Jahren 1876 und 1877 im Innsbrucker botanischen Garten der Versuch gemacht, Knospen aus dem Wurzelstocke einer Schwertlilienart auf den Wurzelstock einer zweiten Schwertlilienart zu impfen. Der Versuch war von bestem Erfolge begleitet, aber die Triebe und Blüten, welche aus den aufgeimpften Knospen hervorgingen, zeigten keine Spur eines Einflusses der Unterlage. Aus den Knospen der Iris Kochii, welche auf Iris Florentina geimpft worden waren, gingen wieder unveränderte Stöcke der Iris Kochii hervor, und ebenso entwickelten sich aus den Knospen der Iris Florentina, welche auf Iris Kochii geimpft wurden, unveränderte Stöcke der Iris Florentina. Im Wiener botanischen Garten steht ein männlicher Baum des Ginkgo (Ginkgo biloba), welcher vor mehr als 100 Jahren zu einem bemerkenswerten Versuche diente. Als der Baum noch ein kleines Bäumchen war, wurde ihm von Jacquin die Knospe eines weiblichen Baumes aufgeimpft. Aus dieser Knospe entwickelte sich ein Seitenast. Jetzt erhebt sich ein mächtiger Baum, dessen meiste Äste Pollenblüten tragen, von dem aber auch ein großer Ast mit Fruchtblüten abzweigt. Das Merkwürdige an diesem Baume ist, daß der aufgeimpfte Ast einen auffallend anderen Entwickelungsgang einhält als der Stock, welcher bei dem Impfversuche zur Unterlage diente. Im Frühlinge entwickelt er alljährlich sein Laub um 14 Tage später als die Äste mit Pollenblüten, und im Herbste sind seine Blätter noch grün, wenn jene der anderen Äste längst vergilbt und zum großen Teile schon abgefallen sind. Aus diesem Beispiele ist zu entnehmen, daß die aus den aufgeimpften Knospen hervorwachsenden Sprosse mit größter Zähigkeit selbst an individuellen Eigentümlichkeiten festhalten und sich durch die Unterlage nicht einmal in betreff ihres jährlichen Entwickelungsganges beeinflussen lassen.

In Berücksichtigung dieser Thatsachen hat man in neuerer Zeit das Entstehen von Pfropfhybriden geradezu für eine Gärtnerfabel erklärt und behauptet, daß auch die berühmteste der angeblichen Pfropfhybriden, nämlich Cytisus Adami, nicht durch Okulieren, sondern durch Kreuzung des Cytisus Laburnum mit Cytisus purpureus entstanden sei. Ehemals mochte man vielleicht an dem Gedanken festgehalten haben, daß sich bei den durch Kreuzung entstandenen Hybriden eine Verschmelzung und Vereinigung, bei den Pfropfhybriden dagegen

eine Mengung der von den Stammpflanzen überkommenen Merkmale vollziehe. Daß dem nicht so sei, sondern daß auch infolge zweiartiger Kreuzung eine Mengung, ein Nebeneinander von Merkmalen der Stammeltern vorkommen könne, ist durch die oben erwähnten Schwertlilienbastarte erwiesen, und es hat daher auch die neuere Annahme in betreff der Entstehung des Cytisus Adami viel Wahrscheinlichkeit für sich.

Bei der Wichtigkeit dieses Gegenstandes kann ich nicht umhin, hier auch auf zoologisches Gebiet überzugreifen und eines Falles zu gedenken, welcher zeigt, daß mitunter auch an Bastarten aus dem Tierreiche die Merkmale der Eltern nebeneinander und nicht verschmolzen und vereinigt in Erscheinung treten. Das Rakelhuhn (Tetrao medius) ist bekanntlich ein Bastart, welcher durch Kreuzung des Spiel- oder Birkhuhnes (Tetrao tetrix) mit dem Auerhuhne (Tetrao Urogallus) entsteht. Dieser Bastart ist in Tirol so häufig, daß die Wildbrethändler in Innsbruck im Laufe jedes Jahres durchschnittlich 6 Stück von den Jägern aus der nächsten Umgebung zum Verkaufe zugesendet erhalten. Vereinzelte Exemplare dieses Rakelhuhnes zeigen merkwürdigerweise streifenweise das Gefieder des Spielhuhnes, streifenweise das Gefieder des Auerhuhnes. Im Jahre 1879 wurde mir von einem Jäger aus dem Hintergrunde des tirolischen Gschnitzthales eine Henne des Rakelhuhnes gebracht, welche in ganz unregelmäßig verteilten Streifen und Flecken das Gefieder des Auerhuhnes und jenes des Spiel- oder Birkhuhnes gemengt aufwies. Durch diese Rakelhühner finden die an den Schwertlilienbastarten gemachten Erfahrungen eine wertvolle Bestätigung, und man kann heute nicht mehr daran zweifeln, daß es durch Kreuzung in das Leben gerufene Bastarte gibt, welche die elterlichen Merkmale nebeneinander zur Schau tragen.

Und trotz alledem möchte ich die Möglichkeit des Zustandekommens von Pfropfhybriden doch nicht rundweg in Abrede stellen und zwar mit Rücksicht auf folgende Erwägungen. In den meisten Fällen werden sich jene Zellen des Pfropfreises oder Impflinges, welche den rohen Nahrungssaft aus dem Stamme der zur Unterlage dienenden Pflanze übernehmen, geradeso wie die Saugzellen eines Schmarotzers verhalten, sich von den Zellen der Unterlage deutlich unterscheiden und weder in ihrer Gestalt noch in ihrem feinsten Baue durch die Unterlage beeinflußt werden, sowie umgekehrt auch die Unterlage eine wesentliche Umgestaltung durch das aufgeimpfte Reis nicht erfährt. Es ist aber auch nicht ausgeschlossen, daß an der Verwachsungsstelle der protoplasmatische Inhalt benachbarter Zellen verschmilzt, und daß durch Fächerung solcher Zellen mit gemischtem Inhalte ein Gewebe entsteht, welches die Eigenschaften des Gewebes der Unterlage und des Impflinges vereinigt. Thatsächlich wurde Ähnliches bei den schmarotzenden Balanophoreen beobachtet (s. Band I, S. 179 und 180). Gesetzt nun den Fall, daß ein solches mittleres Gewebe an der Grenze der Unterlage und des Pfropfreises zu stande kommt, so könnte dieses auch zum Ausgangspunkte eines oder mehrerer Sprosse werden, und diese würden ohne Zweifel die Eigenschaften und Merkmale der beiden durch Pfropfen oder Äugeln verbundenen Pflanzenarten an sich tragen.

Für das Entstehen neuer Gestalten in der freien Natur ist die Frage nach dem Entstehen der Pfropfhybriden allerdings von untergeordneter Bedeutung, aber für das Verständnis der Vorgänge bei der Bastartbildung ist sie von nicht zu unterschätzender Wichtigkeit, insofern nämlich, als die durch die Frage angeregten Untersuchungen und Erörterungen zu dem Ergebnisse geführt haben, daß die vermittels unserer Sinne wahrnehmbaren Eigenschaften und Merkmale einer jeden Pflanzenart als Ausdruck des feinsten Baues und der molekularen Zusammensetzung eines spezifischen Protoplasmas zu gelten haben, und daß *einem pflanzlichen Gebilde, an welchem Eigenschaften und Merkmale zweier Arten vereinigt wahrgenommen werden, ein Protoplasma zu Grunde liegt, welches durch die Verbindung der Protoplasmen zweier Stammarten zu stande gekommen ist.*

Nur bei dem Festhalten an diesem Gedankengange kann man begreifen, daß auch die mit der Gestalt, dem anatomischen Baue, dem Dufte und der Farbe zusammenhängenden Lebensäußerungen in Beziehung auf die Zeit, in welcher sie erfolgen, bei den Bastarten eine mittlere Stellung zwischen den entsprechenden Lebensäußerungen der Stammarten einnehmen. Im Wiener botanischen Garten steht seit vielen Jahren ein Wegdornstrauch, Namens Rhamnus hybrida, welcher durch Kreuzung aus Rhamnus alpina und Rhamnus Alaternus entstanden ist. Die eine Stammart, Rhamnus alpina, hat sommergrüne Blätter, welche im Herbste welken und abfallen; die andere Stammart, Rhamnus Alaternus, besitzt immergrüne Blätter, welche den Winter überdauern und 2 Jahre mit den Zweigen verbunden bleiben. Der Bastart aus beiden, Rhamnus hybrida, hat Blätter, welche im Herbste nicht abfallen, aber auch nicht 2 Jahre lang frisch und grün bleiben, sondern nur den Winter hindurch sich grün erhalten und im darauf folgenden Frühlinge, wenn aus den Knospen neue Zweige hervortreiben, verdorren und abfallen. Sehr merkwürdig ist auch das Verhalten der Bastarte in betreff der Blütezeit. Ich habe vom Jahre 1863—74 über das Aufblühen von einem halben Hundert verschiedener Weiden, welche im botanischen Garten zu Innsbruck gepflegt wurden, Buch geführt und sowohl von den Arten als den aus ihnen erzeugten Bastarten den Tag des ersten Aufblühens alljährlich aufgeschrieben.

Zeit des ersten Aufblühens mehrerer Weiden im botanischen Garten zu Innsbruck.
(Mittel aus 12 Jahren.)

Von den drei in derselben Zeile stehenden Namen gehört der erste einem Bastarte, der zweite und dritte seinen Stammeltern an.

Salix Cremsensis .	17. März	Salix Caprea . .	16. März	Salix daphnoides .	18. März
- Mauternensis	23. =	- Caprea . .	16. =	- purpurea . .	7. April
- attenuata .	25. =	- Caprea . .	16. =	- grandifolia .	27. März
- Wimmeri. .	26. =	- daphnoides .	18. =	- incana. . .	17. April
- Austriaca. .	3. April	- grandifolia .	27. =	- purpurea . .	7. =
- Seringeana .	3. =	- Caprea . .	16. =	- incana. . .	17. =
- capnoides. .	5. =	- cinerea . .	10. April	- incana. . .	17. =
- intermedia .	6. =	- grandifolia .	27. März	- incana. . .	17. =
- rubra . . .	6. =	- viminalis. .	3. April	- purpurea . .	7. =
- Kerneri . .	10. =	- viminalis. .	3. =	- incana. . .	17. =
- Oenipontana	12. =	- purpurea . .	7. =	- incana. . .	17. =
- auritoides .	14. =	- purpurea . .	7. =	- aurita . . .	19. =
- Fenzliana. .	21. =	- retusa . . .	21. =	- glabra. . .	21. =
- retusoides .	21. =	- retusa . . .	21. =	- Jaquiniana .	21. =
- alpigena . .	23. =	- retusa . . .	21. =	- hastata . .	27. =
- excelsior . .	23. =	- fragilis . .	13. =	- alba . . .	27. =
- Ehrhartiana	29. =	- alba . . .	27. =	- pentandra .	6. Mai

Die hier eingeschaltete Tabelle, welche die Mittel aus den zwölfjährigen Aufschreibungen über das erste Aufblühen der Pollenblüten von 15 Arten und 17 aus diesen durch verschiedene Kreuzungen erzeugten Bastarten enthält, zeigt, daß die Bastarte stets an Tagen aufblühen, welche zwischen die Tage, an denen die Stammarten zu blühen beginnen, eingeschaltet sind. Die beiden alpenbewohnenden Weiden Salix retusa und Salix Jaquiniana blühten im zwölfjährigen Mittel an dem gleichen Tage auf, und auch der aus diesen beiden Arten entstandene Bastart Salix retusoides hält in betreff des Aufblühens denselben Tag ein.

Die Eigenschaften, Merkmale und Lebensäußerungen der Bastarte, von welchen bisher die Rede war, sind zum Teile von der einen, zum Teile von der anderen Stammart herzuleiten. Es sind nun zum Schlusse auch noch jene Eigenschaften zu besprechen, welche

nicht von den Eltern hergeleitet werden können. In dieser Beziehung ist zunächst der Erscheinung zu gedenken, daß sich die meisten Bastarte, welche durch Kreuzung entstanden sind, auffallend rasch und üppig entwickeln, daß sie nicht selten schon im ersten Jahre nach der Aussaat blühen, während die Sämlinge der Stammarten erst im zweiten oder dritten Jahre zur Blüte gelangen, und daß sie in der Größe des Laubes und noch mehr der Blüten die beiden Stammarten häufig übertreffen. Das letztere ist wohl einer der vornehmlichsten Gründe, welcher die Gärtner veranlaßte und noch veranlaßt, die Kreuzung so häufig in Anwendung zu bringen. Sie sind nämlich dadurch in den Stand gesetzt, den Blumenliebhabern entgegenzukommen, die am liebsten Gewächse in ihren Gärten sehen, welche durch die Größe der Blüten in die Augen fallen. Gewöhnlich beschränkt sich übrigens die Vergrößerung der Blüten nur auf das erste und allenfalls noch auf das zweite Jahr. Späterhin werden die Blüten der Bastarte wieder kleiner. Die Gärtner pflegen darum auch diejenigen Hybriden, welche mit großen Blüten besonders geschätzt sind, immer wieder von neuem zu erzeugen. Aus der großen Menge einschlägiger Beobachtungen soll hier nur eine einzige als Beispiel herausgegriffen sein. Die Gesneriacee Isoloma Decaisneanum ist das Ergebnis einer Kreuzung von Isoloma Tydaeum mit Isoloma sciadocalyx. Die Samen, welche nach der Kreuzung gewonnen werden, keimen bald, und die Sämlinge wachsen zu ungemein kräftigen Pflanzen rasch heran. Die Laubblätter werden dreimal, die Blumen doppelt so groß wie jene der Eltern; überdies sind die Blüten auch viel zahlreicher als an den Stammarten, und der Bastart sieht daher viel staatlicher und prächtiger aus als seine beiden Eltern.

Mehrere Pflanzen, welche in Gebirgsgegenden heimisch sind und dort in humusreichem Boden wurzeln, wie namentlich die Lungenkräuter (Pulmonaria) und die Primeln (Primula), gedeihen in den Gärten nicht besonders gut, und gewisse Arten sterben selbst bei sorgsamster Pflege nach kurzer Zeit ab. Die Bastarte aus solchen Arten erhalten sich aber merkwürdigerweise vortrefflich, blühen reichlich und können viele Jahre im üppigsten Wachstume erhalten werden. Als Beispiele hierfür mögen Primula pubescens und Venzoi vorgeführt sein. Eine der Stammarten der Primula pubescens, nämlich Primula hirsuta, gedeiht nur bei Benutzung eines eigens zubereiteten Erdreiches und unter Anwendung mehrerer anderer besonderer Vorsichtsmaßregeln, der Bastart Primula pubescens zeigt dagegen selbst in gewöhnlicher Gartenerde im freien Lande das üppigste Wachstum. Primula Venzoi, ein Bastart aus Primula Tiroliensis und Wulfeniana, verhält sich noch merkwürdiger. Während die beiden Stammarten selbst bei guter Pflege im Garten nur kümmerlich fortzubringen sind, gedeiht Primula Venzoi auf dem gleichen Boden und unter denselben äußeren Verhältnissen, knapp neben ihre Eltern gepflanzt, auffallend üppig.

Eine andere Erscheinung, welche an den Bastarten bisweilen beobachtet wird, ist die Veränderung in der Verteilung der Geschlechter. Besonders häufig kommt es vor, daß an den Bastarten scheinzwitterige Fruchtblüten und scheinzwitterige Pollenblüten entstehen und zwar auch dann, wenn beiden Stammarten echte Zwitterblüten zukommen. An den Weidenbastarten beobachtet man auch nicht selten eine teilweise Umwandlung der Pollenblüten in Fruchtblüten oder umgekehrt, und es entwickeln sich dann Kätzchen, welche zur Hälfte weibliche, zur Hälfte männliche Blüten tragen, also einhäusig sind. Es kommt diese Umwandlung zwar auch an echten Arten vor, aber doch nur als Seltenheit, während sie bei den Bastarten, wie gesagt, nichts weniger als selten ist.

Auch Füllungen der Blüten infolge von Umwandlung der Pollenblätter in Blumenblätter kommen an Bastarten vor und zwar ohne Einfluß der Gallmilben, welche sonst gewöhnlich die gefüllten Blüten veranlassen (s. S. 541). Mehrere hybride Rosen, Nelken und Kamelien kennt man überhaupt nur mit gefüllten Blüten.

Schwer zu erklären ist das an Bastarten wiederholt beobachtete **Auftreten von Merkmalen, welche beiden Stammarten fehlen**, oder vielleicht besser gesagt, von Merkmalen, welche sich weder von der einen noch von der anderen Stammart herleiten lassen. So kommt es beispielsweise vor, daß einzelne Stöcke des Bastartes ausgebuchtete Laubblätter entwickeln, obschon beide Stammarten ganzrandiges oder doch nur seicht gekerbtes und gesägtes Laub aufweisen. Der Bastart Salvia silvestris zeigt mitunter tief ausgebuchtete grundständige Blätter, was doch weder bei Salvia nemorosa noch bei Salvia pratensis, welchen beiden Salvia silvestris ihren Ursprung verdankt, der Fall ist. Dasselbe gilt von dem Bastarte aus Matthiola incana und Maderensis. Weder die eine noch die andere der Stammarten zeigt ausgebuchtete Blätter, und doch sieht man an einzelnen Stöcken des Bastartes tief ausgebuchtetes Laub, so daß man beim Anblicke solcher Stöcke an Matthiola sinuata erinnert wird. Auch an Primula pubescens sind die Blätter bisweilen so tief ausgebuchtet, wie es weder an Primula Auricula noch an Primula hirsuta der Fall ist (s. Tafel bei S. 558). An den Bastarten der Gattung Fingerhut (Digitalis) kommen nicht selten Blüten zum Vorscheine, welche an der unteren Seite der Blumenkrone eine spornförmige Aussackung, ähnlich derjenigen, wie sie am Leinkraute (Linaria) beobachtet wird, zur Schau tragen. An einem Bastarte, welcher durch Kreuzung aus Nymphaea Lotus und Nymphaea dentata hervorgegangen war, traten an den Kelchblättern dunkelviolette Linien auf, welche an keiner der Stammarten vorkommen. Es darf hier wohl auch auf die Erscheinung hingewiesen werden, daß aus Stammarten, welche blaue, violette, rote oder gelbe Blumen haben, und unter deren nicht hybrider Nachkommenschaft nur äußerst selten Weißlinge vorkommen, Bastarte mit weißen Blumen verhältnismäßig häufig entstehen. Schließlich sei noch bemerkt, daß **von den Bastarten gerade so wie von den Arten Varietäten gebildet werden können**, welche aber keinen Bestand in der Nachkommenschaft haben, sondern wieder in andere Varietäten übergehen, wenn die Nachkommenschaft unter den maßgebenden Einfluß anderer äußerer Verhältnisse gelangt.

---

3. Ursprung der Arten.

Inhalt: Das Entstehen neuer Arten. — Die Abstammung der Arten. — Die Stämme des Pflanzenreiches.

Das Entstehen neuer Arten.

Es sind nun 40 Jahre her, seit ich auf einer Insel im Donaustrome unweit der kleinen Stadt Dürenstein eine Weide entdeckte, welche den Botanikern bis dahin unbekannt war. Sie wuchs auf der Insel in Gesellschaft vieler anderer Weidensträucher und Weidenbäume, namentlich der Grauweide (Salix incana) und der Lorbeerweide (Salix daphnoides), und nahm zwischen diesen beiden genannten augenscheinlich eine mittlere Stellung ein. Die Behaarung, die Zweigbildung, das Laubwerk und die Blüten erinnerten teilweise an die eine, teilweise an die andere, und jedem Unbefangenen mußte sich beim ersten Blicke die Mutmaßung aufdrängen, daß da ein durch Kreuzung der Grauweide und Lorbeerweide entstandener Mittelschlag oder Bastart vorliege.

Es fiel diese von mir in den ersten Jahren meiner botanischen Studien gemachte Entdeckung in eine Zeit, in welcher sich bei den Botanikern für die in der freien Natur beobachteten Mittelschläge ein besonders lebhaftes Interesse kundzugeben begann. Einige der

damals tonangebenden Forscher wollten an das Vorkommen wild wachsender Bastarte überhaupt nicht glauben, und sie meinten, daß die in der freien Natur beobachteten und von manchen für Bastarte gehaltenen Pflanzen Abänderungen der Arten seien, die aus einem den Pflanzen innewohnenden Triebe, ihre Gestalt zu verändern, erklärt werden müßten. Auch waren sie der Ansicht, daß alle jene Pflanzenformen, zwischen welchen ein oder mehrere Mittelschläge vorgefunden wurden, in den Kreis einer einzigen Art einzubeziehen wären, dem entsprechend sie auch nicht selten drei, vier und noch mehr von den Botanikern früherer Zeiten als Arten erkannte und unterschiedene Pflanzen als „Varietäten" einer einzigen Art betrachteten, mit der Begründung, daß zwischen denselben deutliche Mittelformen, sogenannte „Übergänge", gefunden worden seien. Es war so weit gekommen, daß mehrere beschreibende Botaniker der damaligen Zeit 5, 10, ja selbst 15 deutlich unterscheidbare und von den Floristen früherer Perioden als Arten beschriebene Habichtskräuter als zu einer Art gehörend erklärten, weil diese durch Übergänge miteinander verkettet waren. Ein anderer Teil der Botaniker erkannte dagegen in den meisten der sogenannten Übergänge das Ergebnis von Kreuzungen, welche in der freien Natur entstanden waren, ohne übrigens damit den Arten die Fähigkeit, unter dem wechselnden Einflusse des Bodens und Klimas Varietäten im Sinne Linnés zu bilden, abzusprechen.

Für mich konnte es schon damals nicht zweifelhaft sein, welche von den beiden sich gegenüberstehenden Auffassungen über das Entstehen, die Bedeutung und Stellung der Mittelschläge vorzuziehen sei, und gerade die Entdeckung des eingangs erwähnten Weidenbastartes gab den Anstoß, daß ich durch vier Jahrzehnte fort und fort den Pflanzenbastarten eine besondere Aufmerksamkeit zuwendete und zur Aufhellung so mancher dunkler Punkte sowie zur Berichtigung der damals herrschenden Vorurteile eine Reihe von Versuchen anstellte.

Ein schwerwiegendes Vorurteil über das Wesen und die Bedeutung der Bastarte bestand darin, daß man dieselben für naturwidrige, den Naturgesetzen widersprechende Erzeugnisse ansah, was schon in der Bezeichnung Bastart seinen Ausdruck fand. Bastart bedeutet nämlich, wie uns Grimm belehrt[1], eine schlechte, nichtsnutzige Art, und das ist, nebenbei bemerkt, auch für die Rechtschreibung des Wortes maßgebend, indem man nicht, wie das gewöhnlich geschieht, Bastard sondern Bastart zu schreiben hat. Das Vorurteil ging so weit, daß Kant den Bastarten die Daseinsberechtigung geradezu absprach und glaubte, sie müßten schon in der ersten Generation wieder erlöschen. Im Zusammenhange mit diesem Vorurteile stand ein zweites, welches dahin lautete, daß den Bastarten die Fähigkeit abgehe, keimfähige Samen zu erzeugen und sich auf geschlechtlichem Wege fortzupflanzen. Wahrscheinlich hatten zu diesem Ausspruche die Bastarte der Gattung Königskerze (Verbascum) Veranlassung gegeben, welche in Mitteleuropa so häufig und so auffallend sind, daß sie selbst von den in betreff der Anerkennung von Pflanzenbastarten äußerst spröden älteren Botanikern als Ergebnis zweiartiger Kreuzung hingenommen wurden. Diese Königskerzenbastarte bringen nämlich der Mehrzahl nach keine Samen zur Reife. Meistens bleiben schon ihre Stempel in der Entwickelung zurück, und wenn sich auch eine oder die andere Kapsel ausbildet, so sind doch die Samenanlagen in derselben verkümmert und nicht keimfähig. Nichtsdestoweniger wäre es fehlerhaft, behaupten zu wollen, daß kein einziger Königskerzenbastart jemals keimfähige Samen zu stande gebracht hat. Von zwei künstlich erzeugten, in meinem Garten gepflegten solchen Bastarten, nämlich dem Verbascum rubiginosum, welches durch Kreuzung des Verbascum Austriacum mit dem Pollen des Verbascum phoeniceum entstand, und dem Verbascum pseudophoeniceum, welches das Ergebnis einer Kreuzung von Verbascum Blattaria mit Verbascum phoeniceum war, brachte der

[1] Grimm, Deutsches Wörterbuch, Bd. 1, S. 1150.



erstere allerdings niemals keimfähige Samen hervor, aber an den Trauben des letzteren reiften unter vielen verkümmerten und tauben Kapseln auch einige mit keimfähigen Samen, was hier angeführt sein soll, um zu zeigen, daß selbst die Königskerzenbastarte nicht durchgängig unfruchtbar sind.

Wer von dem kleinen Kreise dieser Königskerzen absieht und seinen Blick auch auf andere Gattungen lenkt, wird sich der Überzeugung nicht verschließen, daß sich die Bastarte in betreff ihrer Fortpflanzungsfähigkeit auf geschlechtlichem Wege nicht wesentlich anders verhalten als jene Pflanzen, welche von den Botanikern aller Zeiten als beständige „echte" Arten angenommen wurden. Von einigen dieser echten Arten, wie z. B. von Cochlearia Armoracia, Crambe tataria, Lilium bulbiferum, Lysimachia nummularia, Rubus odorus und Nutkaensis, ist längst bekannt, daß sie bei Belegung ihrer Narben mit dem Pollen aus den zuständigen Pollenblättern nur sehr spärliche oder gar keine Früchte ansetzen, und daß sie den Pollen aus anderen Blüten augenscheinlich vorziehen. Anderseits hat man echte Arten kennen gelernt, welche scheinzwitterige Blüten besitzen, die beim ersten Anblicke den Eindruck von Zwitterblüten machen. Die Blüten des einen Stockes enthalten neben den wohlausgebildeten Fruchtanlagen zwar Pollenblätter, aber in den Antheren derselben ist kein befruchtungsfähiger Pollen entstanden; in den Blüten eines zweiten Stockes sind die Fruchtanlagen unvollkommen entwickelt, dagegen die Antheren mit befruchtungsfähigem Pollen gefüllt. Wenn in einem solchen Falle Samen entstehen sollen, so sind wenigstens zwei Individuen nötig, und es muß auf die Narben der scheinzwitterigen Fruchtblüten Pollen von einem Stocke mit scheinzwitterigen Pollenblüten übertragen werden. Nun gibt es aber auch Bastarte mit scheinzwitterigen Blüten, und bei diesen sind gerade so wie bei den echten Arten zum Zustandekommen keimfähiger Samen zweierlei Stöcke notwendig. Gesetzt aber den Fall, daß von einem solchen Bastarte die beiden zur Fortpflanzung notwendigen Stöcke, nämlich jener mit scheinzwitterigen Fruchtblüten und jener mit scheinzwitterigen Pollenblüten, nicht nebeneinander stehen oder nicht gleichzeitig blühen, oder daß einer dieser Stöcke ganz fehlt, was gewiß häufig vorkommt, so muß die Befruchtung unterbleiben, und es entfällt dann selbstverständlich auch die Samenbildung. Daß es sich mit den zweihäusigen Bastarten in ähnlicher Weise verhält, und daß auch durch Dichogamie und Heterostylie das Zustandekommen der Belegung und Fruchtbildung bei den Bastarten gerade so wie bei echten Arten behindert werden kann, braucht kaum näher ausgeführt zu werden. So wie bei echten Arten ist auch bei manchen Bastarten die gegenseitige Stellung der Pollenblätter und Stempel, die Höhenlage der Narbe, die Länge der Antherenträger und dergleichen für das Eintreten der Autogamie nicht günstig, und es kann infolgedessen weder im Beginne noch am Ende des Blühens eine Belegung der Narben mit dem Pollen aus den zuständigen Antheren erfolgen. Solche Bastarte sind wieder auf fremden Pollen angewiesen, und wenn dieser nicht rechtzeitig durch den Wind oder durch die Insekten zugeführt wird, so unterbleibt Belegung, Befruchtung und Samenbildung.

Schon diese kurzgefaßten Hinweise auf die in neuerer Zeit ermittelten Vorgänge bei der Befruchtung dürften zu der Erkenntnis führen, daß das Ausbleiben der Fruchtbildung bei den Bastarten in den meisten Fällen auf dieselben Ursachen zurückzuführen ist, welche bei den echten Arten ins Spiel kommen. Wenn der entsprechende Pollen rechtzeitig auf die Narben kommt, so werden, wie durch unzählige Versuche nachgewiesen wurde, auch von den Bastarten keimfähige Samen entwickelt.

Es ist hier am Platze, auch einer Behauptung zu gedenken, die, weil sie von einem hervorragenden Botaniker mit großer Bestimmtheit ausgesprochen wurde, eine Zeitlang in den botanischen Werken als Lehrsatz eingeführt war. Es hieß nämlich, die Bastarte seien zwar fruchtbar, aber nur dann, wenn ihre Narben mit dem Pollen belegt werden, welcher von

einer der beiden Stammeltern herstammt. Die Autogamie dagegen habe keine Fruchtbildung zur Folge. Zum Teile stützte sich diese Angabe auf gewisse Versuchsreihen, welche von dem Botaniker Kölreuter in der zweiten Hälfte des vorigen Jahrhunderts an Gartenpflanzen ausgeführt wurden. Kölreuter hatte nämlich durch Kreuzung von zwei Arten des Tabakes (Nicotiana rustica und Nicotiana paniculata) einen Bastart erzeugt, welcher in seinen Merkmalen genau die Mitte zwischen den beiden Stammeltern hielt. Es wurden nun die Narben in den Blüten dieses Bastartes mit dem Pollen der einen Stammart belegt, und das Ergebnis dieser zweiten Kreuzung war ein zweiter Bastart, welcher aber in seinen Merkmalen der pollengebenden Stammart näher stand als der erste. Mit diesem zweiten Bastarte wurde in ähnlicher Weise vorgegangen, und so wurde nach drei Generationen eine Pflanze erzielt, welche mit der pollengebenden Stammart wieder vollständig übereinstimmte. Der erste Bastart war demnach gewissermaßen zu einer der Stammarten zurückgeführt worden. Auch nach Seite der anderen Stammart gelang nach drei Generationen die „Zurückführung“ des Bastartes zur Art. Das hätte natürlich nicht geschehen können, wenn nicht die Belegung der Narben der Bastarte erster, zweiter und dritter Generation mit dem Pollen der Stammarten vom besten Erfolge begleitet gewesen wäre. Daß bei Anwendung des Pollens einer Stammart die Bastarte fruchtbar seien, ist demnach ganz richtig, aber die weitere Behauptung, daß die Bastarte bei Anwendung des eigenen Pollens unfruchtbar seien, ist, wenigstens in dieser Allgemeinheit ausgesprochen, entschieden unrichtig. Gerade aus den gewissenhaft durchgeführten Versuchen Kölreuters geht auf das bestimmteste hervor, daß durch Autogamie auch bei den Bastarten reife Früchte ausgebildet werden können und bei den meisten thatsächlich ausgebildet werden. Es mag hier auch darauf hingewiesen sein, daß eine Menge schönblühender hybrider Begonien, Stiefmütterchen und Nelken, welche unsere Gärten zieren, alljährlich durch Autogamie zur Samenbildung gelangen und mittels dieser Samen in tausend und abertausend Stöcken vermehrt werden (s. S. 548). Sehr beachtenswert sind auch die Erfahrungen, welche man mit dem unter den Namen Sandluzerne bekannten Bastarte aus Medicago falcata und sativa: Medicago media, gemacht hat. Dieser Bastart wird in manchen Gegenden als Futterpflanze im großen auf Feldern gebaut und fort und fort durch Samen vermehrt, an deren Zustandekommen die genannten Stammarten gar nicht oder doch nur sehr untergeordnet beteiligt sind. Ja noch mehr. Es wäre von Nachteil, wenn eine dieser Stammarten den Pollen liefern würde, weil die Fruchtbarkeit der Sandluzerne dadurch vermindert wird. Es liegt hier der Fall vor, daß der Bastart im Vergleiche zu einer seiner Stammarten eine gesteigerte Fruchtbarkeit zeigt. Die eine Stammart, Medicago falcata, gehört nämlich zu jenen Schmetterlingsblütlern, bei welchen die Autogamie nur sehr geringen Erfolg aufzuweisen hat. Es wurde ermittelt, daß in jenen Fällen, wo ihre Blüten auf eigenen Pollen angewiesen sind, von je 30 Blüten nur 2 oder 3 Früchte mit keimfähigen Samen zur Reife kommen. Wenn die Blüten dieser Medicago falcata nicht mit dem eigenen, sondern mit dem Pollen einer anderen Art, namentlich mit jenem der Medicago sativa, gekreuzt werden, so entstehen dagegen auffallend mehr Früchte, und es wird angegeben, daß dann die Zahl der Samen nahezu doppelt so groß ist. Die Sandluzerne (Medicaga media) setzt, wenn ihre Blüten auf den eigenen Pollen angewiesen sind, in jeder Traube gewöhnlich 6—8 Hülsen an. Wird aber den Blüten der Sandluzerne Pollen der einen Stammart, Medicago falcata, zugeführt, so nimmt die Fruchtbarkeit auffallend ab; die auf solche Weise gekreuzten Blüten bleiben entweder ganz taub, oder es sind, wenn schon aus einer oder der anderen eine Hülse entsteht, die in dieser enthaltenen Samen nicht keimfähig. Die Sandluzerne ist demnach ein Bastart, bei welchem die Kreuzung mit einer der Stammarten nichts weniger als vorteilhaft ist, während die Autogamie bei derselben von gutem Erfolge begleitet ist. Auf Grund aller dieser Erfahrungen

kommt man zu dem Schlusse, daß es sich mit den Erfolgen der Autogamie bei den Bastarten nicht anders verhält als bei den Arten.

Auch ist aus diesen Erfahrungen zu entnehmen, was von den sogenannten Rückschlägen der Bastarte in die Stammarten zu halten ist. Von der Ansicht befangen, daß jeder Bastart das Ergebnis eines den Naturgesetzen zuwiderlaufenden Vorganges sei, stellte man sich vor, es müsse diese Abweichung von dem Gesetze wieder ausgeglichen werden, und das geschehe dadurch, daß sich die Nachkommenschaft des Bastartes zufolge eines inneren Dranges bald der einen, bald der anderen Stammart nähere, und daß auf diesem Wege im Verlaufe von einigen Generationen ein vollständiger Rückschlag zur Gestalt einer echten Art erfolge. Da für das Vorkommen solcher Rückschläge auch die Angaben der Gärtner zu sprechen schienen, so wurde gegen die Richtigkeit obiger Vorstellung kein Zweifel erhoben. Die diesfälligen Berichte der Gärtner beruhten aber auf ungenauer Beobachtung, Unkenntnis und Selbsttäuschung. In früherer Zeit waren eben, wie schon wiederholt erwähnt wurde, die Vorgänge der Übertragung des Pollens bei scheinzwitterigen Dichogamen und heterostylen Blüten und noch vieles andere, was mit diesen Vorgängen zusammenhängt, nicht genügend gewürdigt; den meisten Gärtnern waren diese Dinge überhaupt unbekannt geblieben, und eine Verwahrung gegen fremden Pollen wurde bei den in den Gärten gepflegten Arten und Bastarten nur in den seltensten Fällen vorgenommen. Die meisten Pflanzenzüchter hatten keine Ahnung davon, daß die an einem gepflegten Bastarte gebildete Frucht durch den Einfluß des von dem Winde oder von Insekten herbeigebrachten Pollens einer in der Nähe wachsenden Stammart entstanden sein konnte, und als sie dann an den dieser Frucht entsprungenen Sämlingen Merkmale sahen, wodurch sich eine Annäherung zu einer der Stammarten kundgab, so pflegten sie von einem Rückschlage zu sprechen. Wenn der Gärtner dafür sorgt, daß die Blüten eines in Pflege stehenden Bastartes nur mit eigenem Pollen versehen werden, und wenn er den Pollen anderer Arten sorgfältig fern hält, so zeigen die aus den Samen des Bastartes aufgekeimten Pflanzen unverändert wieder die Merkmale der Mutterpflanze. Der Bastart erweist sich, um mit den Gärtnern zu sprechen, samenbeständig, und es ist eine Fabel, wenn behauptet wird, daß er aus einer inneren Notwendigkeit in eine seiner Stammarten zurückschlage

Längere Zeit galt es auch als Lehrsatz, daß nur die aus Rassen hervorgegangenen Bastarte unfruchtbar seien. Auch wurde der Versuch gemacht, Blendlinge und Bastarte zu unterscheiden. Blendlinge sollten durch Kreuzung von Rassen, Bastarte durch Kreuzung von Arten zu stande kommen. Bei Behandlung dieser Frage bewegten sich die Gelehrten in einem bedenklichen Kreise. Das eine Mal hieß es, wenn man die Rassen kreuzt, so entstehen fruchtbare, wenn man die Arten kreuzt, so entstehen unfruchtbare Mittelformen; das andere Mal wurde wieder angegeben, der Unterschied der Rassen und Arten bestehe darin, daß aus den Rassen, wenn sie gekreuzt werden, fruchtbare, aus den Arten, wenn sie gekreuzt werden, unfruchtbare Mittelformen entstehen. Eine auf solche Schlußfolgerungen begründete Unterscheidung ist natürlich ohne Wert und Bedeutung. Wodurch aber unterscheiden sich denn die Rassen und Arten? Es gibt Arten, welche dadurch, daß sie in mehreren recht auffallenden Merkmalen übereinstimmen, eine gemeinsame Tracht besitzen. Sie sind durch die gemeinsamen Merkmale zu einer Gruppe verbunden, und man darf voraussetzen, daß sie auch ihrem Ursprunge nach nahe verwandt sind. Aber doch nur verwandt! Denn sie unterscheiden sich voneinander durch Merkmale, welche, wenn sie auch weniger auffallend hervortreten, doch unverändert auf die Nachkommenschaft übergehen und sich als beständig erweisen. Für solche nahe verwandte Arten wollte man nun die Bezeichnung Rassen in Anwendung gebracht wissen. Aber der Grad der Abweichung ist für den Begriff der Art ganz gleichgültig; das Wesentliche ist, daß sich die Merkmale, durch welche die Abweichung zum Ausdrucke

kommt, in der Nachkommenschaft unverändert erhalten, und das geschieht thatsächlich in allen jenen Fällen, wo man die Bezeichnung Rassen einführen wollte. Durch die Anwendung der Bezeichnung Rasse würde der Begriff der Art offenbar einen ganz anderen Inhalt bekommen, als ihn Linné mit logischer Schärfe festgestellt hat. Die Art wäre nicht mehr der Inbegriff gleichgestalteter, sondern der Inbegriff verschieden gestalteter Individuen, sie stellte eine Gruppe von systematischen Einheiten und nicht die systematische Einheit selbst dar. Will man die zu Gruppen vereinten, nahe verwandten Arten von den durch auffallendere Merkmale abweichenden und entfernter verwandten Arten nach dem Vorgange der französischen Floristen als kleine und große Arten (petites espèces, grandes espèces) unterscheiden, so würde dadurch der thatsächlich bestehenden stufenweisen Verschiedenheit genügend Rechnung getragen; aber die Einführung der Bezeichnung Rasse neben der Bezeichnung Art führt zu der Vorstellung, daß eine Grenze zwischen beiden bestehe, was in Wirklichkeit nicht der Fall ist. Wenn es aber keine scharfe Grenze zwischen Rasse und Art gibt, so entfällt auch die Unterscheidung von Blendlingen und Bastarten, und es ist damit auch ausgesprochen, daß der Lehrsatz, wonach nur die aus Rassen hervorgegangenen Bastarte fruchtbar sein sollen, hinfällig ist.

Es besteht nach allen dem in betreff der Fruchtbarkeit zwischen Bastarten und Arten kein Unterschied. Bei den einen wie bei den anderen finden sich jene Blüteneinrichtungen, von welchen im ersten Teile dieses Buches nachgewiesen wurde, daß sie zunächst auf eine Kreuzung und erst dann, wenn diese nicht zu stande kommt, auf eine Autogamie abzielen, bei den einen wie bei den anderen finden infolge dieser Einrichtungen häufig Kreuzungen statt, und unter den einen wie den anderen finden sich Formen, bei welchen die Autogamie keinen Erfolg hat, und die nur infolge von Geitonogamie oder Xenogamie Früchte und keimfähige Samen entwickeln. Da auch nachgewiesen ist, daß die Bastarte sich bei Ausschluß des Pollens einer anderen Art mit unveränderter Gestalt in der Nachkommenschaft erhalten, und da auch der Ersatz der Früchte durch Ableger und die gesteigerte Entwickelung der letzteren für den Fall des Ausbleibens der Früchte nicht anders ist wie bei den Arten, so gelangt man zu dem Schlusse, daß in betreff der Fortpflanzung eine Grenze zwischen Arten und Bastarten nicht besteht.

In Berücksichtigung dieser Ergebnisse habe ich schon vor Jahren die Frage aufgeworfen, ob aus Bastarten Arten werden können[1] und diese Frage in bejahendem Sinne beantwortet. Von diesem Gesichtspunkte aus betrachtet, gewinnen die in der freien Natur entstandenen und noch fort und fort entstehenden Bastarte eine hohe Bedeutung, und es ist von Wichtigkeit, sich ein richtiges Bild von dem Vorkommen, dem Verhalten und der Verbreitung derselben an jenen Orten, wo das Pflanzenleben ungebunden und ungestört seinen Bahnen folgt, zu verschaffen. Eingehender untersucht sind in dieser Beziehung allerdings nur die europäischen Florengebiete, indes bieten auch diese eine Fülle von Belehrung, und man darf wohl auch an den Gedanken festhalten, daß das, was für Europa gilt, in gleicher Weise für die anderen Weltteile Geltung haben wird.

Wenn die Zahl der in den letzten 40 Jahren ermittelten wild wachsenden Pflanzenbastarte der europäischen Floren auf 1000 veranschlagt wird, so ist das eher zu niedrig als zu hoch gegriffen. Auf die Kryptogamen entfällt hiervon nur ein verhältnismäßig geringer Anteil, was aber darin begründet ist, daß die Botaniker erst seit kurzem auf Kryptogamenbastarte aufmerksam wurden. Ohne Zweifel wird durch künftige Untersuchungen für viele sogenannte „Übergänge" die Bastartnatur nachgewiesen werden können. Von Moosen wurden insbesondere mehrere Bastarte aus den in tiefen Sümpfen und Wassergräben vorkommenden Arten

[1] Österreichische botanische Zeitschrift XXI, S. 34 (1871).



Hypnum aduncum, fluitans, lycopodioides &c. ermittelt. Auch aus den Gattungen Orthotrichum, Grimmia, Physcomitrium und Funaria sind einige Bastarte bekannt geworden. Farnbastarte kennt man in den Gattungen Aspidium, Asplenium, Ceterach, Polypodium und Scolopendrium. Das in Istrien beobachtete Scolopendrium hybridum ist darum besonders bemerkenswert, weil dasselbe das Ergebnis der Kreuzung von zwei Arten ist, welche in ihrer Form sehr abweichen und verschiedenen Gattungen zugezählt werden. Dasselbe ist nämlich durch Kreuzung des in den Klüften beschatteter feuchter Felsen und Mauern wachsenden kahlen Scolopendrium officinarum und des in den Ritzen besonnter trockener Mauern gedeihenden und an der unteren Wedelseite ganz dicht mit braunen Schuppen bekleideten Ceterach officinarum entstanden. Aus der Gruppe der Schachtelhalme ist Equisetum inundatum hervorzuheben, ein ziemlich häufiger Bastart, welcher der Kreuzung von Equisetum arvense und limosum sein Dasein verdankt.

Von Bastarten aus der Abteilung der Koniferen sind in jüngster Zeit nicht weniger als sieben nachgewiesen worden, was in anbetracht des Umstandes, daß Europa nur 41 Arten beherbergt, nicht wenig zu bedeuten hat. Von hohem Interesse ist der durch Kreuzung aus Juniperus communis und sabinoides entstandene Bastart Juniperus Kanitzii, weil die beiden Stammeltern in der Form ihrer Nadeln so auffallend verschieden sind.

Unter den Gräsern gibt es verhältnismäßig wenig Bastarte. Am meisten finden sich noch in der Gattung Reitgras (Calamagrostis). Merkwürdigerweise sind die meisten Grasbastarte durch Kreuzung von Arten aus verschiedenen Gattungen entstanden, so z. B. aus Festuca und Lolium, Triticum und Elymus, Triticum und Aegilops. Der unter dem Namen Aegilops triticoides bekannt gewordene, aus Aegilops ovata und Triticum sativum hervorgegangene Bastart sowie der durch neuerliche Kreuzung des Aegilops triticoides mit Triticum sativum gewonnene Aegilops speltaeformis haben seiner Zeit den Gegenstand lebhafter und mit Leidenschaft geführter Verhandlungen gebildet und nicht wenig zur Klärung der Ansichten über die Bastarte beigetragen. Im Gegensatze zu den Gräsern umfaßt die Gruppe der Riedgräser, Binsen und Simsen verhältnismäßig viele Bastarte. Namentlich sind solche aus der Gattung Carex in den verschiedensten Gegenden bekannt geworden.

Von Lilifloreen und Irideen sind nur wenige wild wachsende Bastarte nachgewiesen, desto häufiger sind die Orchideenbastarte und zwar sowohl im mittelländischen als im baltischen und alpinen Florengebiete. Auffallend ist die große Zahl von Orchideenbastarten, an deren Entstehung Arten beteiligt sind, welche von den Botanikern in verschiedene Gattungen gereiht werden. Man kennt nämlich Bastarte aus Aceras und Orchis, Anacamptis und Orchis, Coeloglossum und Orchis, Gymnadenia und Orchis, Himantoglossum und Orchis, Serapias und Orchis, Gymnadenia und Nigritella, Epipactis und Cephalanthera. Die in jüngster Zeit im niederösterreichischen Erlafthale aufgefundene Epipactis speciosa, welche das Ergebnis einer Kreuzung von Epipactis rubiginosa und Cephalanthera alba ist, erscheint darum sehr bemerkenswert, weil sie in ihren Merkmalen lebhaft an Arten erinnert, welche in weit abgelegenen Gebieten heimisch sind. Bei flüchtiger Betrachtung könnte man nämlich Cephalanthera speciosa für die in Nordamerika heimische Epipactis gigantea oder für die japanische Epipactis Thunbergii halten.

Verhältnismäßig viele Bastarte wurden in der Gruppe der Laichkräuter (Potamogetoneen) gefunden. Es sind das Wasserpflanzen mit stäubendem Pollen, deren Blüten sich zur Zeit des Stäubens über den Wasserspiegel erheben. Da sie vollkommen proterogyn sind (s. S. 309), ist bei ihnen die Autogamie ausgeschlossen. Die zweiartige Kreuzung ist besonders dadurch begünstigt, daß die verschiedenen Arten in einer gewissen Reihenfolge zur Blüte gelangen, so zwar, daß jedesmal dann, wenn die eine Art nahe dem Abblühen ist, die andere zu blühen beginnt.

Ungemein zahlreich finden sich Bastarte bei den kätzchenblütigen Pflanzen, namentlich bei den Eichen, Birken, Erlen, Pappeln und Weiden. Bei den Weiden wird die Übertragung des Pollens durch Insekten, bei den anderen genannten Gattungen durch den Wind vermittelt. Es liegt nahe, bei dieser Pflanzengruppe die Frage zu stellen, ob die Bastarte häufiger bei den insektenblütigen oder bei den windblütigen Pflanzen entstehen. Der Umstand, daß man von Weiden weit über 100 verschiedene Bastarte kennt, schiene dafür zu sprechen, daß die Vermittelung der Insekten für die Bastartbildung günstiger sei. Indessen darf hier nicht übersehen werden, daß die Zahl der Weidenarten im baltischen, alpinen und arktischen Florengebiete Europas eine sehr große, jene der Birken, Erlen und Eichen ein kleine ist. In anbetracht der geringen Artenzahl ist die Zahl der Bastarte bei den zuletzt genannten nicht geringer als bei den Weiden, und es scheinen daher bei den Pflanzen mit stäubendem Pollen nicht weniger Bastarte zu entstehen als bei jenen mit haftendem, durch Insekten zu übertragendem Pollen, wofür ja auch die zahlreichen Bastarte der Laichkräuter sprechen. Ein Vergleich der an die kätzchenblütigen Pflanzen sich anschließenden Ampfer und Knöteriche, von welchen die ersteren stäubenden, die letzteren haftenden Pollen besitzen, würde sogar dafür sprechen, daß bei den windblütigen Pflanzen die Bastarte häufiger vorkommen als bei den insektenblütigen; denn im Verhältnisse zur Zahl der Arten ist die Zahl der Bastarte kaum bei einer anderen Pflanzengattung so groß wie bei den Ampfern und jedenfalls größer als bei den Knöterichen.

Bei den Nelkengewächsen (Karyophylleen) ist auffallend, daß sich in der Gattung Dianthus so viele und in der Gattung Silene so wenige Bastarte bilden, obschon diese beiden Gattungen in betreff der Verteilung der Geschlechter und des vorwiegenden Besuches der Blüten durch Schmetterlinge übereinstimmen. Ungemein häufig sind die Bastarte in der Gattung Veilchen (Viola). Es hat sich herausgestellt, daß zahlreiche Veilchen, welche man früher als „Übergänge" bezeichnete, und welche die Veranlassung waren, daß die beschreibenden Botaniker ganze Reihen von Arten als eine Spezies betrachteten, in Wirklichkeit Bastarte sind. Ähnlich wie die Veilchen im mittleren Europa verhalten sich die mit ihnen verwandten Cistrosen (Cistus) im südlichen. Mehrere Cistrosenbastarte sind dort so häufig, daß sie von den Botanikern früherer Zeiten als Arten beschrieben wurden.

Was die Schotengewächse (Kruciferen) anbelangt, so fällt es auf, daß sich zwischen den so zahlreichen einjährigen Arten dieser Familie in der freien Natur keine Bastarte bilden. Auch von ausdauernden Arten entsprungene Bastarte kennt man wenige. Nur die Gattungen Roripa und Draba machen eine Ausnahme. Bei den hahnenfußartigen Gewächsen (Ranunkulaceen) waltet ein ähnliches Verhältnis. In den so reich gegliederten Gattungen Aconitum, Helleborus und Ranunculus sind nur wenige Bastarte mit Sicherheit nachgewiesen; in den Gattungen Anemone und Pulsatilla dagegen gibt es fast ebenso viele Bastarte wie Arten. Auf den zu den Seerosen gehörigen Nixblumenbastart Nuphar intermedium wird später noch ausführlicher die Rede kommen.

In den Gattungen Tilia, Hypericum, Malva, Rhamnus, Pistacia, Acer, Euphorbia, Epilobium kennt man gleichfalls viele Bastarte; die Gattung Weidenröschen (Epilobium) umfaßt allein über 50 derselben. Um so mehr muß es auffallen, daß es so wenig Bastarte in der vielgestaltigen Familie der Doldenpflanzen (Umbelliferen) gibt. Von den zahlreichen Bastarten aus der Familie der Steinbreche (Saxifragaceen) sind insbesondere jene erwähnenswert, deren Stammarten in betreff der Gestalt und Größe sehr abweichen. Man kann sich nicht leicht im Rahmen einer Gattung einen größeren Gegensatz in den Blüten und Blättern sowie in der ganzen Wachstumsweise denken als zwischen Saxifraga caesia und mutata, Saxifraga Aizoon und cuneifolia, Saxifraga aizoides und squarrosa, und doch haben sich durch Kreuzung dieser Arten Bastarte gebildet.

Ungefähr 200 in der freien Natur entstandene, größtenteils fruchtbare Bastarte gehören in die Familie der Rosifloreen. Die Gattungen Geum, Potentilla, Rubus, Rosa und Sorbus sind in betreff der Bastartbildungen geradezu unerschöpflich. Dagegen ist die Familie der Schmetterlingsblütler (Papilionaceen), welche sich in systematischer Beziehung an die Rosifloreen anschließt, außergewöhnlich arm an Bastarten.

Dieser Gegensatz in betreff der Zahl von Bastarten bei naheverwandten Familien wiederholt sich auch in der Abteilung jener Pflanzen, welche man verwachsenkronblätterige zu nennen pflegt. Die Lippenblütler (Labiaten), namentlich die Gattungen Ajuga, Brunella, Calamintha, Lamium, Marrubium, Mentha, Salvia und Stachys, sind reich, die rauhblätterigen Gewächse (Asperifolieen) dagegen arm an Bastarten. Von den letzteren sind nur aus den Gattungen Pulmonaria und Symphitum einige Hybriden bekannt geworden. Die Skrofularineen und Rhinanthaceen sind wegen der großen Mannigfaltigkeit der bei ihnen beobachteten Bastarte längst bekannt; insbesondere die Gattungen Pedicularis und Verbascum, von welchen die ersteren in der alpinen, die letzteren in der mittelländischen Flora einen großen Reichtum von Formen aufweisen. Von Verbascum allein kennt man deren über ein halbes Hundert. Auch von Gentianeen, zumal von den hochstengeligen Arten Gentiana lutea, Pannonica, punctata, purpurea, werden in den Alpen die Ergebnisse der mannigfaltigsten Kreuzungen gefunden. Eine große Berühmtheit wegen der reichlichen Bastartzahl haben die Primulaceen, und zwar sowohl jene des Hochgebirges als die des niederen Berglandes, erlangt. Bei den Gattungen Androsace, Primula und Soldanella übertrifft die Zahl der von den Botanikern nachgewiesenen Bastarte nachgerade die Zahl der Arten, aus welchen sie hervorgegangen sind. Die Ericineen, obschon in Europa verhältnismäßig spärlich vertreten, weisen nichtsdestoweniger mehrere Bastarte aus den Gattungen Erica, Rhododendron und Vaccinium auf.

Besonders zahlreich sind auch Bastarte in der Familie der Rubiaceen, zumal in der Gattung Galium. Die größte Zahl der Bastarte findet man aber unter den Korbblütlern. In den Gattungen Achillea, Carduus, Centaurea, Cirsium, Hieracium, Inula und Lappa sind deren allein schon über 200 nachgewiesen worden. Bemerkenswert sind unter den Korbblütler-Bastarten insbesondere Erigeron Hülsenii, welcher der Kreuzung einer einjährigen aus Amerika nach Europa eingewanderten (Erigeron Canadense) und einer ausdauernden in Europa ursprünglich einheimischen Art (Erigeron acer) seine Entstehung verdankt; dann die Filzkraut-Bastarte: Filago mixta, neglecta, subspicata ꝛc., weil sie durch Kreuzung einjähriger Stammarten entstanden sind, was im ganzen genommen nur selten vorkommt.

Von diesen in der freien Natur vorkommenden Bastarten wurden so manche nur in vereinzelten Individuen beobachtet, ja von einigen derselben wurde bisher nur ein einziges Exemplar aufgefunden, die Mehrzahl aber wächst an den geeigneten Stellen in Hunderten und Tausenden von Individuen, und nicht wenige derselben erscheinen in unzählbaren Stöcken über weite Gebiete verbreitet. Salvia betonicifolia, ein Bastart aus Salvia nemorosa und nutans, findet sich auf den Grasfluren im Mittellande Siebenbürgens stellenweise so häufig wie seine Stammeltern; Marrubium remotum, ein Bastart aus Marrubium peregrinum und vulgare, ist allenthalben in den ebenen Landstrichen im südöstlichen Europa, zumal in den Niederungen an der Theiß und unteren Donau, zu finden; Roripa anceps, ein Bastart aus Roripa amphibia und silvestris, ist durch die ganze baltische Niederung anzutreffen, Primula digenea, ein Bastart aus Primula acaulis und elatior, findet sich zu Tausenden auf den Bergwiesen im Vorlande der östlichen Alpen, Betula alpestris, welche einer Kreuzung von Betula alba und nana ihren Ursprung verdankt, ist im Jura, in Skandinavien und im nördlichen Rußland in großer Menge anzutreffen und bildet stellenweise

kleine Bestände, Nigritella suaveolens, ein Bastart aus Gymnadenia conopea und Nigritella nigra, ist in den Zentralalpen, namentlich im Tiroler Pusterthale, so häufig, daß man auf einzelnen Alpenwiesen Hunderte von Exemplaren antrifft, Primula Salisburgensis, ein Bastart aus Primula glutinosa und minima, findet sich in den Hochalpen Tirols, so namentlich auf den Kuppen des Muttenjoches und der angrenzenden, das Gschnitzthal von dem Obernbergthale trennenden Berge, in einer zahllosen Menge von Stöcken verbreitet.

Solche Fälle ließen sich noch mehrere hundert aufzählen; in anbetracht der engen Grenzen, welche dem „Pflanzenleben" gesteckt sind, ist aber die möglichste Beschränkung geboten, und ich füge daher im folgenden nur noch einen auf das kürzeste bemessenen Auszug aus dem mir vorliegenden langen Verzeichnisse bei: Asplenium Germanicum (Asplenium Ruta muraria × septentrionale[1]), Calamagrostis acutiflora (arundinacea × epigeios), Carex Boenninghausiana (paniculata × remota), Scirpus Duvalii (lacustris × Pollichii), Juncus diffusus (effusus × glaucus), Orchis Dietrichiana (tridentata × ustulata), Potamogeton spathulatus (polygonifolius × rufescens), Populus canescens (alba × tremula), Salix Austriaca (grandifolia × purpurea), Rumex maximus (aquaticus × Hydrolapathum), Polygonum mite (Hydropiper × Persicaria), Cistus Florentinus (monspeliensis × salvifolius), Draba Hoppeana (Fladnizensis × Carinthiaca), Roripa stenocarpa (palustris × silvestris), Pulsatilla Hakelii (patens × pratensis), Drosera obovata (longifolia × rotundifolia), Epilobium salicifolium (alsinefolium × montanum), Sorbus latifolia (Aria × torminalis), Potentilla procumbens (erecta × reptans), Mentha nemorosa (aquatica × silvestris), Pedicularis atrorubens (incarnata × recutita), Verbascum rubiginosum (Austriacum × phoeniceum), Acanthus spinulosus (mollis × spinosissimus), Gentiana Charpentieri (lutea × punctata), Primula pubescens (Auricula × hirsuta), Vaccinium intermedium (Myrtillus × Vitis idaea), Erica Mackayi (ciliaris × Tetralix), Cirsium tataricum (canum × oleraceum), Lappa pubens (minor × tomentosa), Hieracium stoloniflorum (aurantiacum × pilosellaeforme).

Der Umstand, daß die Bastarte in allen erdenklichen Abstufungen der Häufigkeit vorkommen, könnte glauben machen, daß die seltenen Bastarte die am spätesten entstandenen seien, und daß sie nur darum in vereinzelten Stöcken wachsen, weil ihnen noch nicht die zur Vermehrung und Ausbreitung nötige Zeit gegönnt war. Diese Auffassung entspräche aber wenig den thatsächlichen Verhältnissen. Thatsache ist, daß infolge der auf zweiartige Kreuzung abzielenden Blüteneinrichtungen fort und fort Bastarte entstehen; die Frage aber, ob diese allgesamt Aussicht haben, zu neuen Arten zu werden, ist entschieden zu verneinen. Viele sind berufen, wenige auserwählt. Nur ein Teil der zahllosen, alljährlich durch zweiartige Kreuzung entstehenden neuen Pflanzengestalten hat die Fähigkeit, sich zu erhalten, zu vermehren und zu verbreiten. Die erste Bedingung, welche erfüllt sein muß, wenn aus einem Bastarte eine Art werden soll, ist, daß derselbe fruchtbar ist, d. h. daß seine Blüten, mit eigenem Pollen belegt, keimfähige Samen liefern. Mit „eigenem Pollen" ist hier nicht nur derjenige gemeint, welcher sich in derselben Blüte oder an demselben Stocke, wo sich die zu belegende Narbe befindet, ausgebildet hat, er kann auch von den Blüten eines anderen Stockes herstammen, nur muß dieser Stock der gleichen Bastartbildung angehören. An diese Bedingung knüpft sich für alle Pflanzen mit zweihäusigen, scheinzwitterigen und vollkommen dichogamen Blüten die zweite: daß gleichzeitig mehrere Stöcke des Bastartes in Erscheinung treten, und daß von diesen

[1] Die Namen der Stammeltern, durch ein × verbunden, sind dem Namen des Bastartes in Klammern nachgesetzt.



wenigstens einer Pollenblüten und einer Fruchtblüten trage. Wenn irgendwo ein Weidenbastart entstanden ist und sämtliche Stöcke desselben nur Kätzchen mit Pollenblüten tragen, so ist selbstverständlich eine Vervielfältigung desselben durch Früchte unmöglich. Wenn sie nur Fruchtblüten tragen, so kann es wohl zur Kreuzung mit den Stammeltern und zur Bildung goneoklinischer Bastarte kommen, allenfalls können sich auch Tripelbastarte bilden, aber eine unveränderte Nachkommenschaft ist aus den Früchten solcher Weidensträucher nicht zu erwarten. Dasselbe gilt von den Kratzdisteln (Cirsium), deren Stöcke sich in solche scheiden, welche scheinzwitterige Pollenblüten, und in solche, welche scheinzwitterige Fruchtblüten tragen (s. S. 298). Das erklärt wohl zur Genüge die Erscheinung, daß von den Weiden und Kratzdisteln, welche doch fort und fort unzählige Bastarte bilden, verhältnismäßig so wenige Fälle bekannt sind, wo man sagen kann, es sei der Anlauf zur Entstehung einer neuen Art gemacht. Für gewöhnlich sind eben die sämtlichen an einem Punkte auftauchenden Stöcke eines Bastartes entweder nur mit reinen oder scheinzwitterigen Pollenblüten oder nur mit reinen oder scheinzwitterigen Fruchtblüten versehen. Die aus den letzteren hervorgehenden goneoklinischen Bastarte werden meistens in größerer Individuenzahl angetroffen; auch sind unter diesen Individuen viel öfter beide Geschlechter vertreten, und daher haben diese auch weit mehr Aussicht, sich zu erhalten.

Eine andere Bedingung für die Ausbildung eines Bastartes zur Art ist durch die Verhältnisse des Standortes gegeben. Wenn eine Pflanzenart irgendwo gut gedeiht, wenn sie an ihrem Standorte durch eine große Zahl von Stöcken vertreten ist und sich dort durch eine im großen und ganzen gleichbleibende Nachkommenschaft erhält und erneuert, so ist vorauszusetzen, daß ihre Organisation dem Klima sowie dem Boden des betreffenden Standortes entspricht. Würde ein solcher Einklang nicht bestehen, so könnte ja von einem guten Gedeihen nicht die Rede sein, und die Art müßte dort früher oder später zu Grunde gehen und aussterben. Dieser Einklang zwischen den Verhältnissen des Klimas und Bodens und der in der äußeren Gestalt zum Ausdrucke gelangenden Organisation der Pflanze muß auch bei dem neu entstandenen Bastarte vorhanden sein, wenn die wenigen Individuen desselben, welche irgendwo aufgetaucht sind, sich an der Stätte ihrer ersten Ansiedelung erhalten, vermehren und zu Ausgangspunkten einer zahlreichen Nachkommenschaft werden sollen. Manchmal ist dieser Einklang vorhanden, manchmal aber auch nicht. Im letzteren Falle wird der Bastart alsbald nach seinem Auftauchen wieder erlöschen. Aber auch dann, wenn seine Organisation dem Klima und Boden der Ansiedelungsstätte entspricht, hat er noch einen Wettbewerb mit den dort schon ansässigen Arten, zumal seinen Stammarten, zu bestehen. Gedeihen diese an der betreffenden Stelle üppig und in großer Menge, so ist es für die neu auftauchende Gestalt nicht leicht, den Platz zu behaupten. Nur in zwei Fällen ist die Aussicht vorhanden, daß die Ansiedelungsstelle zu einer bleibenden Heimstätte für die Nachkommenschaft werde. Erstens dann, wenn der Bastart vermöge seiner Merkmale dem Standorte der Stammarten ebensogut oder vielleicht noch besser angepaßt ist als die dort schon ansässigen Pflanzen, und zweitens dann, wenn die Ansiedelungsstelle des Bastartes von jener der Stammarten mehr oder weniger abgelegen ist und an derselben Verhältnisse des Bodens und Klimas maßgebend sind, welche dem Bastarte besser als den Stammarten zusagen.

Daß diese Bedingungen des Entstehens der Arten aus Bastarten bisweilen erfüllt sind, soll im Nachfolgenden an einigen Beispielen näher erläutert werden. In den Tiroler Zentralalpen, südlich von Innsbruck, erheben sich im vorderen Teile des Stubai- und Gschnitzthales mächtige steile Berge bis zu Höhen von 2500—3000 m. Der Sockel dieser Berge

besteht aus kristallinischen Schiefern, in der Mittelhöhe trifft man im bunten Wechsel Schiefer- und Kalkschichten, und darüber folgt Kalk und Dolomit, der mit schroffen Wänden abfällt und auch die Kuppen, Kämme und Gipfel bildet. Auf dem wechselvollen Boden der Mittelhöhe ist eine ungemein reichhaltige Flora entwickelt. Pflanzen, welche sonst nur im Schiefergebirge, und solche, welche für gewöhnlich nur im Kalkgebirge angetroffen werden, wachsen hier dicht nebeneinander. Unter anderem findet man hier das rostfarbige und gewimperte Alpenröschen (Rhododendron ferrugineum und hirsutum) gesellig wachsend auf gleichem Boden und an denselben Abhängen. Mit ihnen vereint erscheint auch noch ein drittes Alpenröschen, nämlich Rhododendron intermedium, welches durch Kreuzung aus Rhododendron ferrugineum und hirsutum entstanden ist. An mehreren Orten, so z. B. an den östlichen und nördlichen Abhängen des Hohen Burgstalles im Stubaithale und auf dem Alpenboden Padaster im Gschnitzthale, ist stellenweise Rhododendron intermedium häufiger als seine beiden Stammeltern. Es wächst dasselbe gleich den Stammeltern auf humusreichem Boden, blüht reichlich, entwickelt Früchte mit keimfähigen Samen und behält seine Merkmale unverändert in der Nachkommenschaft. Hier und da finden sich vereinzelte Stöcke, welche als goneoklinische Bastarte zu gelten haben, aber den Hauptanteil an den Alpenröschenbeständen bilden die Stöcke des Rhododendron intermedium. Dasselbe entspricht in allem und jedem den Anforderungen, welche an eine Art gemacht werden, und ist dem rostfarbigen und gewimperten Alpenröschen als systematische Einheit vollständig gleichwertig. Wie das gekommen ist, erklärt sich auf folgende Weise. Die Farbe seiner Blüten ist etwas heller als jene des rostfarbigen und gesättigter als jene des gewimperten Alpenröschens; es ist ein leuchtendes herrliches Karminrot, an welchem man jeden Stock schon von ferne leicht unterscheidet. Wenn die Bienen und Hummeln nach Honig ausschwärmen, so kommen sie vorzüglich zu dem durch seine Farbenpracht die anderen übertreffenden Rhododendron intermedium und veranlassen bei demselben einartige Kreuzungen. Für den Fall, daß die Insekten ausbleiben, findet Autogamie statt. Das Ergebnis dieser Vorgänge ist die Bildung keimfähiger Samen, aus welchen eine unveränderte Nachkommenschaft hervorgeht. Die Sämlinge gedeihen an jenen Stellen, wo sich dem humusreichen Erdboden das von den benachbarten Kalk- und Dolomitwänden herabkollernde Gerölle beimengt, entschieden besser als jene des Rhododendron ferrugineum und nicht schlechter als jene des Rhododendron hirsutum. Mit Rücksicht auf den Boden ist daher das Rhododendron intermedium gegenüber dem Rhododendron ferrugineum und mit Rücksicht auf den vorteilhaften Besuch der Insekten gegenüber beiden Stammeltern im Vorteile. Anscheinend unbedeutend, genügen diese Vorteile, damit Rhododendron intermedium bei dem Wettbewerbe auf den oben bezeichneten Standorten hinter den Stammeltern nicht zurückstehe, sondern vor ihnen sogar einen kleinen Vorsprung habe.

Als zweites Beispiel möge der Salbeibastart Salvia silvestris, als dessen Stammarten Salvia nemorosa und Salvia pratensis ermittelt wurden, vorgeführt sein. Derselbe wächst allenthalben auf trockenen Wiesen in der Niederung südlich von Wien, namentlich entlang dem Leithaflusse, welcher Niederösterreich von Ungarn trennt. Das Gelände zeigt dort unbedeutende Erhebungen und Senkungen. Die Erhebungen des Bodens werden aus Schotter und Lehm gebildet, und wo der letztere eine größere Mächtigkeit erlangt, zumal an den kleinen Böschungen der Hügelwellen, findet sich als häufiger Bestandteil der Pflanzendecke die Salvia nemorosa. Die Senkungen des Bodens sind mit dunkler humusreicher, feuchter Erde erfüllt, und dort haben sich Wiesen entwickelt, auf welchen Salvia pratensis häufig und in großer Üppigkeit wächst. Diese zweierlei Standorte gehen gewöhnlich ganz allmählich ineinander über, und die Übergangsstellen erscheinen als trockene Wiesengründe. Salvia nemorosa gedeiht in der geschlossenen Grasnarbe dieser Wiesengründe schlecht, und man

sieht sie daher dort auch nur selten; für Salvia pratensis sind diese Gründe zu trocken, und auch sie wächst dort nur spärlich und kümmerlich. Dagegen bilden diese trockenen Wiesengründe den geeignetsten Boden für den Bastart Salvia silvestris. Derselbe gedeiht auf den trockenen Wiesen ausgezeichnet, die Blüten werden von Insekten viel besucht, die Früchtchen reifen in ebenso großer Menge wie bei Salvia nemorosa und pratensis und sind, wie die Versuche mit denselben gelehrt haben, zu mehr als 60 Prozent keimfähig. Salvia silvestris hat sich daher auf den trockenen Wiesen auch ausgebreitet und weist überhaupt alle Eigenschaften auf, welche der Artbegriff erfordert.

Als drittes Beispiel wähle ich Nuphar intermedium, einen Bastart aus Nuphar luteum und Nuphar pumilum, welcher in den Seen des Schwarzwaldes und der Vogesen, zerstreut durch das nördliche Deutschland und mit zunehmender Häufigkeit im mittleren und nördlichen Rußland und in Schweden vorkommt. Man hat denselben bis Norbotten und Lappland verbreitet gefunden. An der Nordgrenze dieses weiten Gebietes ist Nuphar intermedium häufiger als seine Stammarten, ja an manchen Orten kommt er ohne sie vor und überschreitet thatsächlich deren nördliche Verbreitungsgrenze. An solchen Orten ist natürlich die Kreuzung mit einer der Stammarten und die Bildung goneoklinischer Bastarte ausgeschlossen. Nuphar intermedium erhält und vermehrt sich dort in unveränderter Gestalt und ist thatsächlich zu einer Art geworden. Wie das gekommen ist, wird in folgender Weise erklärt: Alle drei Nuphar finden in der Richtung gegen Norden ihre natürliche Grenze dort, wo ihre Früchte nicht mehr zur Reife gelangen. Nuphar luteum blüht unter den drei genannten Arten am spätesten auf, seine Früchte kommen daher auch am spätesten zur Reife, und er bleibt darum zuerst zurück, d. h. er findet schon früher gegen Norden eine Grenze als die beiden anderen, weil diese in den nördlicheren kälteren Landstrichen noch Früchte reifen, was bei Nuphar luteum nicht mehr der Fall ist. Aber auch Nuphar pumilum und intermedium verhalten sich in dieser Beziehung verschieden. Nuphar intermedium reift in Norbotten und Lappland seine Früchte etwas früher als Nuphar pumilum, und infolgedessen ist er auch befähigt, sich noch um eine Strecke weiter nach Norden zu verbreiten als Nuphar pumilum. Je weiter nach Norden, desto mehr ist die den Pflanzen zu ihrer jährlichen Arbeit gegebene Zeit verkürzt, und die früh reifenden sind dort gegenüber den spät reifenden entschieden im Vorteile. In betreff des Nuphar intermedium wurde auch ermittelt, daß die in der freien Natur entstandenen Stöcke desselben fruchtbarer sind als jene, welche durch künstliche, im Garten vorgenommene Kreuzung zu stande gekommen waren. Die Kapseln der im Königsberger botanischen Garten erzeugten Stöcke des Nuphar intermedium enthielten je 15—18, die in den kleinen Seen des Schwarzwaldes gereiften Kapseln je 38—63 und die Kapseln der lappländischen Stöcke je 41—72 keimfähige Samen. Aus diesen Angaben geht zweierlei hervor, zunächst, daß Nuphar intermedium dort, wo er über den Verbreitungsbezirk seiner Stammeltern vorgedrungen ist, die größte Fruchtbarkeit besitzt, und zweitens, daß man aus der geringen Fruchtbarkeit oder auch Unfruchtbarkeit eines Bastartes an dem einen Orte nicht zu schließen berechtigt ist, es sei das eine dem betreffenden Bastarte allerwärts zukommende Eigenschaft.

Aus den drei vorgeführten Beispielen läßt sich entnehmen, daß der Vorteil, welchen ein Bastart vor seinen Stammarten voraus haben kann, und durch welchen er befähigt wird, sich neben den Stammarten zu erhalten, zu vermehren und zu verbreiten, nicht immer der gleiche ist. Das eine Mal ist es die lebhaftere Blütenfarbe, das andere Mal die bessere Anpassung an einen besonderen Zustand des Bodens und das dritte Mal das frühere Ausreifen der Früchte, beziehentlich die bessere Anpassung an ein rauheres Klima. Damit sind natürlich die möglichen Vorteile noch lange nicht erschöpft, und es ließe sich an verschiedenen Fällen zeigen, daß es auch Bastarte gibt, welche unter einem milderen, feuchteren,

trockneren 2c. Klima besser gedeihen als ihre Stammeltern. Daß unter den verschiedenen Vorteilen, welche in Betracht kommen können, diejenigen, welche mit den klimatischen Verhältnissen im Zusammenhange stehen, die bedeutendsten sind, ist einleuchtend, und man kann auch erwarten, daß die Entstehung der Arten aus Bastarten im Gefolge dieser Vorteile am öftesten vorkommt.

Eine viel zu wenig gewürdigte Thatsache ist, daß die größte Zahl der Bastarte nicht in jenen Landstrichen gefunden wird, wo die betreffenden Stammarten in gleicher Häufigkeit neben- und untereinander wachsen, sondern dort, wo die eine oder andere Stammart infolge der Einwirkungen des für sie ungünstigen Klimas nur noch spärlich vertreten ist und eine Grenze ihrer Verbreitung findet. Auch jene Gelände, wo die Verbreitungsgrenzen mehrerer Arten sich berühren, bilden Fundstätten für zahlreiche Bastarte. In Europa ist es das Grenzgebiet der baltischen uud pontischen Flora, der Landstreifen, wo die Vorposten der baltischen und mittelländischen Flora zusammenstoßen, und insbesondere die untere Grenze der alpinen Flora. Auch findet man in diesen Grenzgebieten die einzelnen Bastarte fast durchweg in großer Individuenzahl, was damit zusammenhängt, daß bei ihnen die Kreuzung mit den Stammarten und die dadurch bewirkte allmähliche Zurückführung zu denselben in den nachfolgenden Generationen verhindert oder doch sehr beschränkt ist. Wo vereinzelte Individuen eines Bastartes zwischen tausend Individuen der Stammeltern blühen, ist die größte Wahrscheinlichkeit vorhanden, daß deren Narben mit Pollen der Stammeltern belegt werden. Diese Wahrscheinlichkeit nimmt aber in dem Maße ab, je geringer die Zahl blühender Individuen von Stammeltern an dem Standorte des Bastartes ist. Der Bastart ist dann vorwaltend auf eigenen Pollen angewiesen, und wenn er mit diesem fruchtbar ist, so erscheint auch seine Vermehrung und Ausbreitung gesichert.

Hiermit steht auch im Zusammenhange, daß in der Nähe der zu Arten gewordenen Bastarte die eine Stammart bisweilen ganz fehlt, beziehentlich ausgestorben ist. Selbst die unbedeutendste Veränderung der klimatischen Verhältnisse kann das Aussterben der an der Grenze des Verbreitungsbezirkes vereinzelt und nichts weniger als besonders kräftig wachsenden Stöcke einer Stammart bewirken, und dann sieht man neben dem Bastarte nur noch die andere Stammart, und auch diese ist möglicherweise den veränderten Verhältnissen nicht so gut angepaßt, wie der Bastart. Von den hierher gehörigen Fällen seien vier, und zwar zwei aus dem Osten und zwei aus dem Westen Europas, als Beispiele ausgewählt.

Durch Kreuzung des Epilobium alsinefolium und Epilobium palustre erhält man einen Bastart, dessen gut ausgebildete Fruchtanlagen, mit dem eigenen Pollen belegt, reichliche keimfähige Samen liefern. Die aus den Samen erzogenen Stöcke zeigen wieder dieselben Merkmale wie die Pflanze, welche die Samen geliefert hatte. Dieser Bastart kommt gesellig mit den Stammeltern im Riesengebirge vor und hat den Namen Epilobium scaturiginum erhalten. Im Bihariagebirge an der Grenze von Ungarn und Siebenbürgen ist er gleichfalls zu Hause und findet sich dort sogar sehr häufig an den Quellen und Quellenbächen in der Nähe des Hochkammes. In diesem Gebirge wächst aber von den Stammarten nur die eine, nämlich nur Epilobium palustre. Brunella hybrida ist ein Bastart aus Brunella laciniata und Brunella vulgaris. Im Gebiete des Wienerwaldes ist derselbe sehr verbreitet und stellenweise häufiger als die Stammarten. In Mähren und Böhmen findet er sich aber auch an Orten, wo die eine der Stammarten, nämlich Brunella laciniata, weit und breit fehlt. Primula brevistyla, die auch den Namen Primula variabilis führt, ist ein Bastart aus Primula acaulis und officinalis. Diese Primel ist „samenbeständig" und wird allenthalben durch fast ganz Europa in Gesellschaft der beiden Stammarten angetroffen. In einigen Landstrichen Frankreichs findet man sie aber auch an Orten, wo die

eine oder andere und wo selbst beide Stammarten vollständig fehlen. Linaria stricta ist ein Bastart aus Linaria striata und Linaria vulgaris. Sie kommt im westlichen Europa an vielen Orten in Gesellschaft der Stammarten vor; im südlichen Frankreich, namentlich in der Umgebung von Montpellier, findet sie sich aber nur in Gesellschaft der Linaria striata; die andere Stammart, nämlich Linaria vulgaris, fehlt in diesem Gebiete.

Es wird sich später noch Gelegenheit bieten, zu schildern, wie infolge der Änderungen, welche das Klima einer Gegend im Laufe der Zeiten erfährt, die Grenzlinien ganzer Floren verschoben werden. Die Verschiebungen sind in der Regel das Ergebnis unauffälliger, sehr langsamer Wanderungen der die betreffenden Floren zusammensetzenden Pflanzen. Der Wanderzug richtet sich stets gegen diejenigen Orte, mit deren klimatischen Verhältnissen die Organisation der die bisherigen Standorte verlassenden Pflanzen am besten in Einklang steht, und kann sich je nach dem Anstoße zur Wanderung bei derselben Art das eine Mal als ein Vorrücken, das andere Mal als ein Rückzug darstellen. Auch erfolgt die Wanderung der verschiedenen Pflanzen einer Flora nicht wie ein gemeinsamer Heereszug; einige Arten verlassen die früheren Standorte gänzlich und beziehen neue, mehr oder weniger entfernte Wohnorte, andere bleiben an einzelnen günstig gelegenen Punkten der alten Wohnorte wie auf Inseln zurück, und so manche erliegen der Ungunst der neuen Verhältnisse und den Schwierigkeiten der Wanderung und sterben aus. Solche Verschiebungen der Floren werden selbstverständlich auch die mannigfachsten Veränderungen in den gesellschaftlichen Verhältnissen der Pflanzen, insbesondere in dem Zusammenvorkommen der Bastarte und ihrer Stammarten, zur Folge haben. Es kann vorkommen, daß eine oder beide Stammarten zurückbleiben, während der Bastart vorrückt; es kann vorkommen, daß der Bastart zurückbleibt, während eine der beiden Stammarten vorrückt, und es kann auch vorkommen, daß eine oder selbst beide Stammarten des Bastartes aussterben. Aus solchen Verschiebungen ließe sich die Erscheinung erklären, daß Arten, welche mit Rücksicht auf ihre Merkmale als Bastarte aus zwei anderen Arten angesehen werden können, einen Bezirk bewohnen, welcher von dem Verbreitungsbezirke der mutmaßlichen Stammarten getrennt und oft ziemlich weit entfernt ist. Der Ampfer Rumex Patientia macht im Hinblicke auf seine Merkmale den Eindruck eines Bastartes aus Rumex aquaticus und Rumex crispus. Er findet sich wild wachsend in Ungarn und Bosnien in einem Gebiete, wo weder Rumex aquaticus noch Rumex crispus vorkommen. In der Herzegowina kommt ziemlich häufig eine Micromeria vor, welche von einem meiner botanischen Freunde Micromeria Kerneri benannt wurde. Mit Rücksicht auf ihre Merkmale ist sie als ein Bastart aus Micromeria graeca und Micromeria Juliana anzusehen; aber keine dieser beiden wächst gegenwärtig in der Herzegowina. Erst in den westlich von der Herzegowina hinziehenden, der mittelländischen Flora angehörenden Geländen Dalmatiens werden die beiden mutmaßlichen Stammarten angetroffen. In den kleinen, hochgelegenen Thälern Planail und Plawen, welche von dem Ötzthaler Gletscherstocke gegen das Quellengebiet der Etsch auslaufen, wächst eine Küchenschelle Namens Pulsatilla nutans. Käme sie gesellig mit Pulsatilla vulgaris und Pulsatilla montana vor, so würden alle Botaniker darüber einig sein, daß sie aus diesen beiden durch Kreuzung entstanden sei. Aber Pulsatilla vulgaris und montana fehlen in den genannten Hochthälern und tauchen erst in der Entfernung vieler Meilen, die erstere im Unterinnthale, die letztere im Vintschgau, auf.

Da die zuletzt angeführten Fälle Vorgänge längst vergangener Zeiten berühren, so gehören sie zum Teile in das nächste Kapitel, wo von der Entstehung der Arten in der Vergangenheit die Rede sein wird. Hier bilden sie den naturgemäßen Abschluß einer Reihe von Beispielen, mit welchen gezeigt werden sollte, auf welchem Wege die Entstehung neuer Arten stattfinden kann, sei es nun in der Gegenwart oder in der Vergangenheit. Eine scharfe

Grenze zwischen einst und jetzt besteht in dieser Beziehung so wenig wie in den anderen Vorgängen, welche zusammengenommen die Geschichte der Arten ausmachen.

Nachdem die Entstehung neuer Arten aus Bastarten, oder mit anderen Worten die Entstehung neuer Arten durch zweiartige Kreuzung als erwiesen angesehen werden kann, fragt es sich, ob neben diesem einen Wege nicht auch noch andere zu demselben Ziele führen? Bei Beantwortung dieser Frage muß man sich gegenwärtig halten, daß jeder dauernden, auf die Nachkommenschaft sich vererbenden Veränderung der äußeren Gestalt eine Veränderung der Konstitution des Protoplasmas vorauszugehen hat, und daß, soweit die Erfahrungen reichen, der Angriffspunkt der Veränderung ausschließlich jener Protoplast ist, welcher, in der Fruchtanlage geborgen, der Empfängnis des Spermatoplasmas entgegenharrt. Der Anstoß zur Veränderung dieses Protoplasten kann nur von dem Spermatoplasma ausgehen, und jede Spekulation über die Bildung neuer Arten hat daher an die Frage anzuknüpfen, ob das bei der einartigen Kreuzung und bei der Autogamie zum Ooplasma wandernde Spermatoplasma durch äußere Einflüsse Veränderungen erfahren kann, die so tiefgreifend sind, daß auch das Ooplasma in ungleicher Weise beeinflußt wird. Zunächst könnte daran gedacht werden, daß die Narben, welche mit dem Pollen belegt werden, nicht immer in derselben Weise auf das Spermatoplasma der Pollenzelle einwirken. Es wurde schon bei einer früheren Gelegenheit darauf hingewiesen, daß eine und dieselbe Narbe bisweilen mit dem Pollen sehr verschiedener Pflanzen fast gleichzeitig belegt wird (s. S. 395), daß aber der Narbe die Fähigkeit zukommt, eine Auswahl zu treffen, und daß jedesmal nur eine Art des Pollens veranlaßt wird, Pollenschläuche zu treiben, welche dann die Spermakerne zur Samenanlage geleiten. Die anders gearteten Pollenzellen bleiben auf der Narbe zurück und können daher auf die Samenanlage, beziehentlich auf das Ooplasma keinen unmittelbaren Einfluß nehmen. Daß sie aber mit dem Protoplasma in den Zellen der Narbe in Wechselwirkung treten, geht schon daraus hervor, daß sie in Berührung mit denselben anschwellen und mitunter sogar einen Anlauf zur Entwickelung von Pollenschläuchen nehmen. Es wäre nun möglich, daß infolge der Wechselwirkung zwischen dem Inhalte dieser Pollenzellen und dem Inhalte der Narbenzellen der letztere eine Veränderung erführe, welche sich weiterhin auch auf den Inhalt derjenigen Pollenzellen fortpflanzte, die berufen sind, mit dem Ooplasma in Verbindung zu treten. Durch eine solche Veränderung könnte möglicherweise das Ooplasma eine von der gewöhnlichen etwas abweichende Anregung erfahren, und diese veränderte Anregung könnte als eine Veränderung der Gestalt des aus dem befruchteten Ooplasma hervorgehenden Individuums zum Ausdrucke kommen. Die Wahrscheinlichkeit, daß alle diese Möglichkeiten und Voraussetzungen erfüllt seien, ist eine äußerst geringe; da aber Versuche in dieser Beziehung noch nicht angestellt wurden, läßt sich ein endgültiges abweisendes Urteil nicht aussprechen.

Bei zweiartigen, künstlich eingeleiteten Kreuzungen der Kratzdisteln (Cirsium) wurde wiederholt beobachtet, daß die aus einem und demselben Blütenköpfchen herstammenden Pollenzellen auf die Narben eines zweiten Blütenköpfchens in sehr verschiedener Weise einwirken, daß nämlich die aus den verschiedenen Blüten des mit dem gleichen Pollen belegten Distelköpfchens hervorgehenden Samen, wenn sie keimen, ungleiche Pflanzen liefern. Die Verschiedenheit bewegt sich allerdings innerhalb eines bestimmten, scharf umschriebenen Rahmens und beschränkt sich darauf, daß die Sämlinge bald mehr der pollenliefernden, bald mehr der fruchtbildenden Pflanze ähnlicher sehen. Im Falle, daß eine einartige Kreuzung stattfand, kann eine solche Verschiedenheit aus dem Grunde nicht Platz greifen, weil die sich kreuzenden Stöcke gleich gestaltet sind. Doch wäre die Frage aufzuwerfen, ob nicht bei einartiger Kreuzung die Verschiedenheit des Alters sowie die Größe und Üppigkeit der sich kreuzenden Individuen einen Einfluß auf das Ergebnis der Kreuzung haben könnte. Soweit

meine Erfahrungen reichen, sind diese Verschiedenheiten für das Entstehen neuer Gestalten ohne Bedeutung und haben keine Aussicht, in der Nachkommenschaft zu beständigen Merkmalen zu werden. Aus den Samen einer auf trockenem Boden gewachsenen, kleinen armblütigen Pflanze entstehen, wenn sie in gutem feuchten Erdreiche keimen und sich dort unter günstigen Verhältnissen entwickeln können, wieder üppige, reichblütige Stöcke. Bekanntlich sind die ersten Blüten immer viel größer als diejenigen, welche an dem Gipfel der Ähren und Trauben und an den letzten Verzweigungen der Trugdolden desselben Stockes sich nachträglich öffnen. Wenn man zuerst die großen ersten Blüten und dann die zuletzt an die Reihe gekommenen kleinen Blüten miteinander kreuzt und die gewonnenen Samen getrennt, aber unter sonst gleichen Verhältnissen anbaut, so entstehen Stöcke, welche nicht im geringsten voneinander abweichen, und deren erste Blüten wieder größer und deren letzte Blüten wieder kleiner sind. Trotz dieser Ergebnisse möchte ich aber die Möglichkeit, daß die spezifische Konstitution des Spermatoplasmas durch irgend welche äußere Einflüsse im Laufe der Entwickelung, sei es in den Antheren oder Antheridien oder auf dem Wege zur Fruchtanlage, beziehentlich zum Ooplasma verändert werde, und daß infolge dieser Veränderung auch die erzeugte Nachkommenschaft eine von der Mutterpflanze abweichende Gestalt erhalte, nicht ohne weiteres in Abrede stellen.

Über alle Zweifel erhaben ist und bleibt, daß die durch die Einflüsse des Bodens und Klimas unmittelbar veranlaßten Veränderungen der Gestalt nicht erblich werden, und daß alle Veränderungen der Gestalt, welche sich in der Nachkommenschaft erhalten, nur im Gefolge eines Befruchtungsvorganges zu stande kommen, d. h. mit anderen Worten, daß neue Arten nur auf dem Wege der Befruchtung entstehen können. Damit ist aber auch das große Rätsel des Generationswechsels und die Frage, warum denn die Pflanzen überhaupt blühen und sich befruchten, gelöst. Das Blühen und die Befruchtung ermöglichen das Entstehen neuer Arten! Fortpflanzung, Vermehrung und Verbreitung der Pflanzen können auch mittels Ableger erfolgen, und es vollziehen sich diese Vorgänge thatsächlich fort und fort in großartigstem Maßstabe. Aber die Pflanzen, deren Verjüngung durch Ablegerbildung vor sich geht, erhalten sich in unveränderter Form, und es entstehen auf diesem Wege keine neuen Gestalten. Wenn in einem Gebiete, das nur mit unveränderlichen, ausschließlich durch Ableger sich vervielfältigenden Pflanzen bevölkert wäre, infolge eines Klimawechsels die durch ihre Gestalt mit den neuen Verhältnissen nicht mehr im Einklange stehenden Arten ihre Plätze verlassen oder dahinsiechen und aussterben, so ist die Wahrscheinlichkeit gegeben, daß viele leer gewordene Plätze nicht mehr besetzt werden, weil es an Ort und Stelle, in den Grenzgebieten und in der Nachbarschaft an einem den neuen Verhältnissen besser angepaßten Nachwuchse fehlt. Ist dagegen ein solches Gebiet mit Pflanzen bevölkert, welche sich auch auf geschlechtlichem Wege vermehren, und aus welchen infolge der Kreuzung eine Nachkommenschaft mit veränderter Gestalt hervorgeht, so ist auch die Wahrscheinlichkeit vorhanden, daß sich unter den vielen neu aufgetauchten Gestalten solche finden, welche bei geändertem Klima die Plätze der ausgewanderten und ausgestorbenen Arten einnehmen, weil sie besser als diese den neuen Verhältnissen angepaßt sind.

Der Generationswechsel, die räumliche Trennung der Geschlechter, die überaus merkwürdige Dichogamie und alle die anderen wunderbaren Einrichtungen der Blüten, deren Ziel darin besteht, daß im Beginne des Blühens eine zweiartige Kreuzung und erst dann, wenn diese nicht zu stande kommt, einartige Kreuzung, Geitonogamie, Autogamie und Kleistogamie stattfinden, lassen sich nur von diesem Gesichtspunkte aus begreifen. Infolge dieser Einrichtungen entstehen fort und fort unzählbare neue Gestalten, und es wird

mit denselben ein unermeßlicher Vorrat von Formen gebildet, welche den mannigfaltigsten Zuständen des Bodens und Klimas angepaßt sind. Solange keine Änderung der klimatischen Verhältnisse stattfindet, hat die Mehrzahl dieser Formen geringe Aussicht, sich zu erhalten und sich zwischen den Pflanzenformen, welche an Ort und Stelle schon seßhaft sind, als Arten einzubürgern. Wenn aber Veränderungen des Klimas eintreten und infolgedessen die bisherige Besatzung aus Pflanzenarten gelichtet wird, wenn jene Arten, deren Gestalt mit den bisherigen Lebensbedingungen im besten Einklange stand, infolge der Veränderungen der Lebensbedingungen die Plätze räumen, dann erlangen die auf geschlechtlichem Wege entstandenen neuen Gestalten ihre wahre Bedeutung, diejenigen, welche den neuen Lebensbedingungen am besten angepaßt sind, nehmen die leer gewordenen Plätze ein und werden dort zu neuen Arten!

Abstammung der Arten.

Die im fossilen Zustande aus der Vorzeit erhaltenen Pflanzenarten sind nicht nur die Vorgänger, sondern auch die Voreltern der heute lebenden Arten. Zu Ende jener Zeitabschnitte, welche die Wissenschaft als erdgeschichtliche Perioden unterscheidet, hat kein allgemeines Erlöschen und zu Beginn derselben keine allgemeine Erneuerung der Organismen stattgefunden. Die Veränderungen in der Lebewelt vollzogen sich wie die Veränderungen der leblosen Erdoberfläche allmählich, in langsamen Übergängen, und der ununterbrochene Zusammenhang der Lebewesen der Gegenwart und Vergangenheit ist nur eine besondere Form des für die ganze Natur geltenden Gesetzes der Erhaltung von Kraft und Stoff.

In diesen die Abstammung der jetzt lebenden Pflanzen betreffenden Voraussetzungen und Folgerungen besteht unter den Naturforschern der Gegenwart kein wesentlicher Meinungsunterschied. Desto mehr gehen die Ansichten über die Ursachen der Verschiedenheit der Pflanzengestalten von einst und jetzt auseinander. Es darf das auch nicht wundernehmen, da wir uns bei Erörterung dieser Fragen nur noch zum Teile auf dem Boden der Erfahrung bewegen und bei unseren Voraussetzungen und Folgerungen vielfach auf Vermutungen angewiesen sind. In solchen Fällen aber, wo der Spekulation Thür und Thor geöffnet ist, wird das Erwiesene von dem Unerwiesenen nicht immer so streng geschieden, als es wünschenswert wäre. Auch wird vereinzelten Thatsachen nur zu oft ein Wert beigelegt, den sie nicht verdienen, und was das übelste ist, es wird das Bestehen weiter Klüfte unseres Wissens verschwiegen oder behauptet, diese Klüfte seien mit Leichtigkeit zu überbrücken. Sie werden auch überbrückt, aber mit nichtssagenden, gelehrt klingenden Fremdwörtern und mit hohlen Phrasen, welche, mit der gehörigen Sicherheit vorgetragen, im ersten Augenblicke zwar verblüffen, nachträglich aber eine unheilvolle Ernüchterung und Enttäuschung zurücklassen. Das durch solche Übertreibungen und Ausschreitungen veranlaßte Mißtrauen gegen alles, was die Abstammung der Arten betrifft, darf und wird mich nicht abhalten, den über diesen Gegenstand aufgestellten Theorien hier eine kurze Betrachtung zu widmen und insbesondere die verschiedenen Ansichten über die Ursachen der Umprägung der Arten früherer Zeiten in die der Gegenwart zu besprechen.

Nach einer weitverbreiteten Ansicht soll der Wechsel der Lebensbedingungen unmittelbar eine Umprägung der Arten veranlassen können. Die veränderten Lebensbedingungen sollen in der Pflanze neue Bedürfnisse hervorrufen und die neuen Bedürfnisse eine Umgestaltung der Organe bewirken. Die in Anspruch genommenen Organe erstarken durch den

Gebrauch, sie werden weiter ausgebildet und vergrößert, die anderen werden infolge des Nichtgebrauches verkleinert, verkümmern und verschwinden. Anfänglich unscheinbar und geringfügig, werden diese Veränderungen im Laufe der Zeit bald verstärkt und gehäuft. Sie sollen sich auch erblich in der Nachkommenschaft erhalten und zwar desto zäher, je größer die Zahl der im Laufe der Zeit aufeinander folgenden Generationen ist, welche den geänderten Verhältnissen ausgesetzt waren. Gegen diese Theorie, welche unter dem Namen Anpassungstheorie bekannt ist, wurden zahlreiche gewichtige Bedenken geltend gemacht. Zunächst wurde in Erwägung gezogen, daß sowohl in der freien Natur als auch im Garten immer nur ein einziges oder einige wenige Individuen, niemals aber die Gesamtheit der Stöcke einer Art mit veränderten, auf die Nachkommenschaft sich vererbenden Merkmalen in Erscheinung treten. Wären die neuen Merkmale durch den Boden oder das Klima unmittelbar verursacht, dann müßten eben alle den gleichen Bedingungen ausgesetzten Individuen diese Veränderungen an sich selbst und an der gesamten Nachkommenschaft erkennen lassen. Ein Widerspruch, welcher dem in Rede stehenden Erklärungsversuche anhaftet, liegt auch darin, daß einerseits vorausgesetzt wird, die Grundlage der Gestalt, das ist die spezifische Konstitution des Protoplasmas, könne durch ein Mehr oder Weniger von Wärme, Licht, Feuchtigkeit 2c. umgeändert werden, während doch zugleich angenommen werden muß, daß die einmal erworbenen neuen Merkmale mit großer Zähigkeit festgehalten werden. Die Dauer des Einflusses, auf welche von mehreren Forschern und insbesondere auch von der Laienwelt ein so großes Gewicht gelegt wird, ist in dieser Frage ganz bedeutungslos. Wenn durch die Zufuhr anderer Nahrungsmittel, durch den Einfluß von Wärme oder Kälte, Licht oder Dunkelheit, Feuchtigkeit oder Trockenheit eine Veränderung hervorgebracht wird, so muß dieselbe sofort an der wachsenden Pflanze in Erscheinung treten, weil sich die Veränderung der Pflanze zur Veränderung der Lebensbedingungen wie Wirkung zur Ursache verhält. Hört die Ursache auf, so hat auch die Wirkung ein Ende erreicht, gleichviel ob nach einem Jahre oder nach Hunderten von Jahren. Am meisten erschüttert wird aber die Anpassungstheorie durch die Ergebnisse der Versuche, welche eigens zur Lösung der durch sie aufgeworfenen Fragen angestellt wurden. Aus ihnen geht hervor, daß die veränderten Lebensbedingungen gewisse Veränderungen an den Pflanzen verursachen können, daß sich diese aber in der Nachkommenschaft nicht erhalten, daß sie nicht erblich werden, und daß die Einflüsse des Bodens und Klimas eine gründliche Umstimmung der spezifischen Konstitution des Protoplasmas nicht veranlassen. Die genannten Einflüsse können die betreffende Pflanzenwelt krank machen und töten, aber an ihr nicht die geringste erbliche Veränderung hervorbringen. So wichtig die Rolle ist, welche Boden und Klima bei dem Kampfe der Arten und Artenanfänge um das Dasein spielen, und so groß der Einfluß ist, welchen die äußeren Verhältnisse auf die Varietätenbildung sowie auf die Verteilung und die Wanderungen der Pflanzen nehmen, als unmittelbare Veranlassung zur Entstehung neuer erblicher Merkmale und insofern zur Umwandlung der Arten kommt dem Wechsel der Lebensbedingungen keine Bedeutung zu.

Eine andere Theorie, welche die Entstehung und Umwandlung der Arten zum Gegenstande hat, ist unter dem Namen Vervollkommnungstheorie bekannt geworden. Dieselbe gipfelt in dem Satze, daß die Anregung zur Umwandlung durch das allen Arten innewohnende Bestreben, sich zu vervollkommnen, gegeben sei. Sie geht über das durch die Erfahrung Gegebene weit hinaus, fußt auf Voraussetzungen und zieht Folgerungen, welche vorwaltend metaphysischer Natur sind, und berührt sich nur teilweise mit den Ergebnissen naturwissenschaftlicher Forschungen. Sie setzt voraus, daß durch Urzeugung einzelne belebte Protoplasten entstehen, welche befähigt sind, ihre Konstitution aus eigener Machtvollkommenheit zu verändern, sie setzt voraus, daß diesen Veränderungen ganz bestimmte

Bahnen vorgezeichnet sind, daß diese Bahnen nur in aufsteigender Richtung von der Stufe niederer zur Stufe vollendeter Lebewesen führen, und folgert, daß die unvollkommenen Lebewesen im Laufe der Zeiten notwendig in höher organisierte, vollkommenere übergehen. Was ich über die durch diese Voraussetzungen und Folgerungen aufgeworfenen Fragen denke, mag nachfolgend kurz zusammengefaßt sein. Die erste Voraussetzung betrifft die **Urzeugung**. Die Frage lautet: ist es möglich, daß sich aus unorganischen Stoffen ohne Mitwirkung schon vorhandener Lebewesen ein lebender Protoplast bilde? Selbstverständlich betrifft diese Frage nicht nur die Vergangenheit, sondern auch die Gegenwart und Zukunft; denn was einstens geschehen konnte, kann auch jetzt und späterhin geschehen, da die Naturkräfte zu allen Zeiten die nämlichen waren und nach dem Gesetze der Erhaltung von Kraft und Stoff in alle Ewigkeit dieselben bleiben werden. Auch kann es sich wohl bei der Erörterung dieser Frage nur darum handeln, ob aus unorganischen Stoffen ein winziges Protoplasmaklümpchen entstehen kann, welchem sofort nach seinem Entstehen die Fähigkeit zukommt, sich durch Aufnahme von Nahrung aus der Umgebung zu vergrößern, sich zu vervielfältigen, mit einem Worte, jene Bewegungen in seinem Inneren zu vollziehen, welche unserer sinnlichen Wahrnehmung als Leben erscheinen. Nachdem es gelungen war, in den chemischen Laboratorien aus unorganischen Substanzen, beispielsweise aus Ammoniak, Kohlensäure, Wasser, organische Verbindungen (Ameisensäure, Harnstoff, Zucker 2c.) herzustellen, welche man sonst nur infolge der Thätigkeit des lebenden Protoplasmas in den Pflanzenzellen sich bilden sah, glaubten die Naturforscher der Annahme Raum geben zu dürfen, daß solche Vorgänge auch in der freien Natur unabhängig von den schon vorhandenen lebenden Pflanzen stattfinden können. Man stellte sich vor, daß diese Verbindungen durch eine der frei waltenden Naturkräfte sich in derselben Weise vereinigen und anordnen können, wie es innerhalb der Pflanzenzelle geschieht. Es wurde auf den „Ballungstrieb" der Materie, welcher in der unorganischen Natur eine so wichtige Rolle spielt, und insbesondere auf die Ähnlichkeit zwischen der Bildung von Kristallen und der Bildung gewisser Zellen hingewiesen; auch wurde an die sogenannte Feinerde erinnert, welche Gase absorbiert, Wasser in wechselnden Mengen aufnimmt, Salzlösungen verändert, gewisse Bestandteile aus diesen Salzlösungen ausscheidet und mit großer Zähigkeit festhält und, was besonders beachtenswert ist, die Verbindungsfähigkeit mancher einfach zusammengesetzter Körper steigert. Das war zu einer Zeit, als man das Hauptgewicht auf die chemischen Verhältnisse des Protoplasmas legte und meinte: sei nur einmal die Substanz gegeben, so müsse sie sich zur Zelle wie zum Kristall gestalten. Von dem feinsten Baue des lebendigen Zellenleibes, zumal des Zellkernes, hatte man nur sehr unvollkommene Kenntnisse und Vorstellungen. Auch glaubte man damals noch zur Erklärung aller jener Bewegungen, welche sich als Erscheinungen des Lebens darstellen, mit den Kräften auszureichen, deren Angriffspunkt die unorganischen Körper bilden, und leugnete die große Kluft, welche zwischen der unbelebten und belebten Welt besteht.

Die Versuche, welche in betreff der Urzeugung angestellt wurden, hatten sämtlich ein verneinendes Ergebnis geliefert. Damit ist freilich kein Beweis gegen die Möglichkeit der Urzeugung hergestellt, weil immerhin der Einwurf gemacht werden kann, daß sich die unorganischen Stoffe bei den Versuchen nicht in der richtigen Verfassung und nicht unter den geeigneten Verhältnissen gegenüber den wirkenden Kräften befanden. Anderseits darf auch aus der Thatsache, daß in allen genauer untersuchten Fällen das Entstehen lebender Wesen auf die Beteiligung schon vorhandener Organismen zurückgeführt werden konnte, nicht der Beweis abgeleitet werden, daß die Urzeugung unmöglich sei. Da der Frage mit Versuchen nicht beizukommen ist und die Erfahrung hier im Stiche läßt, müssen sich die Naturforscher auf Erwägungen anderer Art stützen. Die Mehrzahl derselben läßt sich von dem Gedanken

leiten, daß das erste organische Wesen durch Urzeugung entstanden sei, weil das Leben einmal einen Anfang gehabt haben müsse. Das ist es aber gerade, was in den Rahmen der Weltanschauung, welche ich mir gebildet habe, nicht paßt. Mein Glaubensbekenntnis geht dahin, daß aller Stoff kraftbegabt ist, daß Stoff und Kraft ewig sind, und daß auch jene Naturkraft, welche sich im Stoffe als Leben äußert, ewig ist. Dem ersten Entstehen der Lebewesen nachzugrübeln, scheint mir ebenso müßig wie etwa der Versuch, die Zeit festzustellen, in welcher Gold, Eisen und Kohlenstoff entstanden sind, und zu ermitteln, wann die Schwerkraft und das Licht zum ersten Male zur Geltung gekommen sind. Die Hypothese von Kant und Laplace über die Entstehung unseres Planetensystems vermag mich in dieser Auffassung nicht irre zu machen. Die Annahme, daß sich der ganze Erdball einmal in feurig-flüssigem, alles Leben ausschließendem Zustande befunden habe, ist nicht die einzige Schwäche, welche dieser Hypothese anhaftet, und nach meiner Ansicht wird nicht die Hypothese von der Ewigkeit des Lebens, sondern jene von dem ehemals feurig-flüssigen Zustande unseres Erdballes eine Richtigstellung erfahren müssen.

Was die zweite Voraussetzung der Vervollkommnungstheorie anbelangt, daß nämlich den durch Urzeugung entstandenen Pflanzenarten die Fähigkeit und der Trieb innewohne, ihre innere Konstitution und dem entsprechend ihre äußere Form aus eigener Macht zu verändern, so ist dieselbe durch die in dem vorhergehenden Kapitel mitgeteilten Erfahrungen so eingehend widerlegt, daß es überflüssig erscheint, darüber noch viel Worte zu verlieren. Ich beschränke mich daher auf die Bemerkung, daß es ganz unmöglich ist, eine natürliche Erklärung eines solchen Vorganges zu geben. Jede Veränderung setzt einen Anstoß voraus. Es müssen die Grundlagen der Gestalt erschüttert und verändert werden, wenn eine neue Gestalt in Erscheinung treten soll. „Innere Ursachen“, „innerer Trieb“, „Umbildungstrieb“, „Tendenz sich zu differenzieren“, „Bestreben sich zu vervollkommnen“, „Vervollkommnungsprinzip“ sind Worte, mit denen der Naturforscher bei einem Versuche, die Veränderungen auf natürliche Weise durch mechanische Arbeit zu erklären, nichts anzufangen weiß. Auch mit der Metamorphose, welche das einzelne Individuum durchmacht, und die sich als Wechsel der Gestalt in den verschiedenen Altersstufen darstellt, ist ein Vergleich nicht zutreffend; denn die Metamorphose wiederholt sich bei jeder Art unveränderlich nach dem Gestaltungsplane, welcher in der spezifischen Konstitution des Protoplasmas vorgezeichnet ist. Daß aber das Protoplasma einer Art, ohne Anstoß von außen, lediglich aus eigener Macht seinen Bauplan sollte abändern können, widerspricht allen Erfahrungen über die Gesetzmäßigkeit der Wirkungen der Naturkräfte. Selbst die Lebenskraft als ruhende Energie im Protoplasma gedacht, könnte, in lebendige Kraft umgesetzt, nur Bewegungen veranlassen, welche in der spezifischen Konstitution des Protoplasmas begründet sind.

Und nun gar die Vorstellung, daß der Trieb zur Veränderung der Gestalt zugleich ein Trieb zur Vervollkommnung sei. Worin soll denn bei den Pflanzen die Vervollkommnung bestehen? Den Laien scheinen die Bäume, namentlich jene mit lebhaft gefärbten Blumen und schmackhaften Früchten, vollkommener zu sein als die niederen Kräuter mit unscheinbaren Blüten oder die grünen fadenförmigen Spirogyren, welche der Blüten entbehren. Die Vertreter der Vervollkommnungstheorie sagen, die größte Vollkommenheit bestehe in der mannigfaltigsten Gliederung der Gestalt und in der am weitesten durchgeführten Teilung der Arbeit, und kommen damit über den Standpunkt der Laien eigentlich nicht hinaus. Die Gliederung der Gestalt und die Teilung der Arbeit ist bei dem Apfelbaume allerdings weiter gediehen als bei den in Seen und Teichen lebenden Spirogyren. Es darf aber nicht übersehen werden, daß die Gliederung des Pflanzenkörpers in zahlreiche Gewebe, das Entstehen von Holz, Bast und Kork in den Stämmen, die Ausbildung verdickter Oberhautzellen, Spaltöffnungen und Haare an den Laubblättern, die Entwickelung mannigfaltiger Farbstoffe und

aromatischer Körper in den Blumenblättern und süßer Säfte in dem saftigen Gewebe der Früchte mit dem Standorte der betreffenden Pflanzen zusammenhängt. Unter Wasser würde der Apfelbaum eine schlechte Rolle spielen, dort wäre er trotz der reichen Gliederung seiner Gewebe unpassend ausgestaltet und nichts weniger als vollkommen organisiert, während dort die des Holzes, der Spaltöffnungen, der Blumenblätter ꝛc. entbehrenden, dafür aber mit anderen Gliedern und Organen ausgerüsteten Spirogyren und Tange am Platze sind. Für den Laien ist bei der Beurteilung der Vollkommenheit gewöhnlich auch die Größe der Pflanzen maßgebend. Eine große Pflanze macht den Eindruck, daß sie eine höhere Stufe der Vollkommenheit einnehme als eine kleine. Aber auch bei Anwendung dieses Maßstabes kommt man zu keinem befriedigenden Ergebnisse, und es mag genügen, darauf hinzuweisen, daß die Tange der Südsee unseren Waldbäumen an Höhe nicht nachstehen. In Beziehung auf die Mannigfaltigkeit im Baue der einzelnen Zellen nehmen viele nur unter dem Mikroskop sichtbaren Sporenpflanzen eine höhere Stufe ein als viele Blütenpflanzen, und wollte man auf diesen Umstand ein besonderes Gewicht legen, so müßten die Diatomaceen und Desmidiaceen für höher organisiert gehalten werden als viele kleine einjährige Korbblütler. Bestünde eine fortschreitende Vervollkommnung, so müßte sich auch feststellen lassen, welche Pflanzenart als die vollendetste auf dem Scheitelpunkte der Stufenleiter steht, oder wenigstens, welche Pflanzengruppe die höchste Vollkommenheit bereits erreicht hat, ob die Aristolochineen, die Blütenschilfe, die Magnolien, die Orchideen, die Korbblütler, die Ranunkulaceen, die Schmetterlingsblütler, die Pomeranzenbäume ꝛc. Wer sich nur einigermaßen mit Untersuchungen über den Bau dieser Gewächse beschäftigt hat, wird zugeben müssen, daß eine Abschätzung in dieser Beziehung unmöglich ist. In den botanischen Werken muß selbstverständlich irgend eine Pflanzengruppe am Anfange und eine am Schlusse besprochen und abgehandelt werden, damit ist aber nicht gesagt, daß die letzte auch die vollkommenste sei, und es mag darauf hingewiesen sein, daß die verschiedenen Forscher ihre systematischen Werke mit den verschiedensten Pflanzengruppen beginnen und abschließen.

Es drängt sich auch die Frage auf, warum neben jenen Pflanzen, welche bereits die höchste Vollkommenheit erreicht haben sollen, gegenwärtig doch noch so viele „niedere", beziehentlich unvollkommene leben. Die Anhänger der Vervollkommnungstheorie sind zu der gewagten Annahme genötigt, daß fort und fort zu allen Zeiten Urzeugung stattgefunden habe, daß sie auch jetzt noch stattfinde, und daß darum jederzeit alle Organisationsformen von den niedersten bis zu den höchsten, von den unvollkommensten bis zu den vollkommensten vertreten seien. Warum aber fort und fort noch Urzeugung und von vorn anfangende Vervollkommnung dieser durch Urzeugung neuerlich entstandenen Wesen stattfindet, wenn die Welt ohnedies schon mit vollkommenen und vollendeten Pflanzen bevölkert ist, wird nicht gesagt. Der Metaphysiker wird auch die Frage zu stellen haben, welches Ziel und welcher Zweck denn eigentlich mit der Vervollkommnung der Pflanzen angestrebt ist. Welcher Zweck sollte dadurch erreicht werden, daß sich aus einem Moose ein Farn, aus einem Grase eine Nelke, aus einer Nessel ein Feigenbaum entwickelt? Über alle diese Fragen vermag weder die Erfahrung noch die Spekulation befriedigende Aufschlüsse zu geben. Die Vervollkommnungstheorie genügt demnach ebensowenig wie die Anpassungstheorie zur Erklärung der Veränderungen, welche die Pflanzenarten im Laufe der Zeiten thatsächlich erfahren haben.

Eine dritte Theorie stützt sich auf die Erfahrungen, welche die Gegenwart an die Hand gibt und läßt sich in dem Satze zusammenfassen, daß alle in der Nachkommenschaft sich erhaltenden Veränderungen der Gestalt durch Kreuzung, beziehentlich durch Vermischung zweier ihrer Konstitution nach verschiedener Protoplasten zu stande kommen. Diese Theorie, welche als Vermischungstheorie bezeichnet werden kann, wurde in dem vorhergehenden Kapitel ausführlich begründet. Sie setzt voraus, daß von jeher zahlreiche verschiedene

Pflanzenformen nebeneinander bestanden haben, was durch die fossilen Reste auch thatsächlich bestätigt wird. Was sich von Pflanzen aus früheren Perioden erhalten hat, weist durchgehends darauf hin, daß zu allen Zeiten eine große Mannigfaltigkeit von Pflanzenformen die Erde bevölkerte. Es bedurfte daher keiner Entwickelung, sondern nur einer Umgestaltung, einer Umprägung des Vorhandenen. Diese Umgestaltung aber vollzog sich in der Weise, daß durch Vermischung der schon vorhandenen Arten Anfänge neuer Arten entstanden. Durch den periodisch eintretenden Wechsel der klimatischen Verhältnisse erfuhren die Wohnbezirke der Pflanzen vielfache Verschiebungen, und bei dieser Gelegenheit wurden jene Artenanfänge, welche sich mit den geänderten Verhältnissen am besten vertrugen, thatsächlich zu neuen Arten. Dieselben fügten sich vielfach an Stelle ihrer ausgestorbenen Stammeltern in die Pflanzendecke ein und übernahmen gewissermaßen die Rolle, welche jene früher gespielt hatten. Bei einem Vergleiche der einer späteren Periode angehörenden Arten mit jenen, welche aus der vorhergehenden im fossilen Zustande auf uns gekommen sind, erhält man infolgedessen den Eindruck, daß die Arten umgewandelt oder umgeprägt wurden. Genau genommen ist es ja auch eine Umprägung, welche hierbei stattfand, nur erfolgte sie nicht unter dem unmittelbaren Einflusse des veränderten Klimas, wie es die Anpassungstheorie, und ebensowenig durch ein den Arten innewohnendes Vervollkommnungsprinzip, wie es die Vervollkommnungstheorie annimmt, sondern durch die Veränderung der spezifischen Konstitution des Protoplasmas infolge der Kreuzung. Die Bedeutung der durch Kreuzung vermittelten Umprägung der Arten liegt aber darin, daß für den Fall klimatischer Änderungen das Entstehen von Lücken in der Pflanzendecke vermieden und eine Störung in den Wechselbeziehungen der die Pflanzendecke zusammensetzenden verschiedenen Arten hintangehalten ist. Die Bakterien und Schimmel, die Moose und Flechten, die Farne und Gräser, die Palmen und Nadelhölzer, sie alle haben in der als großes Gemeinwesen gedachten Pflanzenwelt ihre besonderen Aufgaben zu erfüllen, und bis zu einem gewissen Grade sind alle diese Pflanzenformen voneinander abhängig. Keine derselben kann ohne Nachteil für die Gesamtheit entbehrt werden, und das Aussterben einer dieser Formen ohne Ersatz würde unter Umständen das ganze Gemeinwesen der Pflanzen zu Schaden bringen können. Nur dadurch, daß in jedem Stamme aus den schon vorhandenen Pflanzenarten vermittelst der Kreuzung zu allen Zeiten und an allen Orten ein Vorrat von neuen Pflanzenformen geschaffen wird, ist diese Schädigung vermieden. Aus diesen Bemerkungen mag auch entnommen werden, daß die Umwandlung von Moosen in Farne, von Farnen in Koniferen, von Gräsern in Nelkengewächse 2c., welche von der Vervollkommnungstheorie angenommen wird, für die Gesamtheit der Pflanzenwelt einen Nachteil und insofern nichts weniger als eine Vervollkommnung bedeuten würde.

Es muß hier ausdrücklich hervorgehoben werden, daß die durch Kreuzung entstehenden neuen Pflanzenformen nicht für bestimmte Verhältnisse berechnet, oder mit anderen Worten, daß sie nicht für die zu erwartenden Änderungen des Klimas planmäßig vorbereitet erscheinen. Nicht wenige derselben sind in einer Weise ausgestaltet, welche zu dem Schlusse berechtigt, daß sie weder unter den Einflüssen eines rauheren noch unter denen eines milderen Klimas bestehen könnten, und dergleichen neue Pflanzenformen haben begreiflicherweise auch keine Zukunft. Nur solche Formen können sich erhalten, fortpflanzen, vermehren und festen Fuß fassen, welche durch ihre innere Organisation und äußere Gestalt mit den jeweilig gegebenen Verhältnissen des Standortes, namentlich mit dem dort herrschenden Klima im Einklange stehen. Pflanzenformen, deren Bau so geartet ist, daß unter den obwaltenden äußeren Verhältnissen eine gedeihliche Lebensführung nicht möglich ist, gehen zu Grunde, sie werden von denjenigen, welche sich als lebensfähig erwiesen haben, überwuchert, unterdrückt und verdrängt, wodurch der Eindruck eines Kampfes der verschiedenen

Pflanzenformen um ihre Existenz hervorgebracht wird. Die mit den gegebenen Lebensbedingungen im Einklange stehenden Pflanzen gehen in diesem „Kampfe um das Dasein" als Sieger hervor, erhalten und vervielfältigen sich und behaupten das Feld, auf welchem sich der Wettbewerb abgespielt hat. Diese letzteren Sätze enthalten in kurzer Fassung die Zuchtwahltheorie Darwins, welche für alle anderen die Entstehung neuer Arten aufgestellten Theorien eine wichtige Ergänzung bildet. Über den Anstoß, welcher zur Veränderung und Umprägung der Arten führt, kann man verschiedener Ansicht sein, in betreff der Bedeutung des Kampfes um das Dasein und des Sieges derjenigen Lebewesen, welche mit den jeweiligen äußeren Lebensbedingungen am besten zusammenstimmmen, herrscht unter den Naturforschern der Gegenwart keine Meinungsverschiedenheit.

Die Stämme des Pflanzenreiches.

Daß die mit der Pflanzenwelt sich beschäftigenden Gelehrten der alten Zeit kein Bedürfnis fühlten, die Gewächse in einer auf die Verhältnisse der Gestalt begründeten Reihenfolge zu ordnen, erklärt sich aus dem geringen Umfange ihrer botanischen Kenntnisse. Das Interesse beschränkte sich bei ihnen auf diejenigen Pflanzenarten, welche als Heilmittel für Menschen und Haustiere, als Gifte und Zaubermittel, als Getreide, Gemüse und Obst, als Symbole bei religiösen Gebräuchen und als Zierde und Schmuck Verwendung fanden. Die Zahl solcher Gewächse war aber eine sehr beschränkte. Der Grieche Theophrastus kannte ungefähr 500, der Römer Plinius wenig mehr als 1000 Arten. Die verschiedene Erscheinungsweise dieser wenigen Pflanzen konnte auch ohne vergleichende Untersuchungen von dem Gedächtnisse festgehalten werden, und das Wiedererkennen stützte sich größtenteils auf die im Verkehre mit der Natur erhaltenen allgemeinen Eindrücke. Wenn überhaupt eine Einteilung der Gewächse versucht wurde, so war sie weit weniger auf die Ähnlichkeit der Gestalten als auf die medizinische und ökonomische Bedeutung und auf den Nutzen oder Schaden, welchen die Pflanzen für den Menschen haben, gegründet. Selbst noch in den Kräuterbüchern, welche, ausgestattet mit genauen Beschreibungen und geschmückt mit trefflichen Holzschnitten, im 16. Jahrhundert erschienen, wurde noch immer auf die Heilwirkung und Verwendbarkeit der einzelnen Gewächse großes Gewicht gelegt, und die Pflanzenkunde befand sich auch dazumal noch fast ausschließlich im Dienste der Medizin und Landwirtschaft.

Der erste botanische Schriftsteller, welcher von diesen Beziehungen gänzlich absah und sich die Aufgabe stellte, alle von ihm in der freien Natur beobachteten Pflanzenarten ohne Rücksicht auf deren Bedeutung für den Menschen zu beschreiben und der Mitwelt bekannt zu machen, war der Belgier Clusius, welcher viele Jahre hindurch in Wien weilte, von da aus Österreich und Ungarn durchforschte und später auch in der Lage war, die Pflanzenwelt Spaniens eingehend zu untersuchen. In seinen Schriften, welche zu Ende des 16. Jahrhunderts veröffentlicht wurden, kommt auch zum ersten Male der Versuch zum Ausdrucke, die Pflanzenarten nach ihrer Ähnlichkeit in Gruppen zusammenzufassen und dadurch die Übersicht zu erleichtern. Es waren damals ungefähr 4000 Arten von den Botanikern unterschieden und beschrieben, und das Bedürfnis nach Übersichtlichkeit, der Wunsch nach einer Einteilung der so mannigfaltigen Formen war immer dringender geworden. Die von Clusius und seinen Zeitgenossen festgestellten Gruppen konnten nicht mehr genügen; auch der von dem Italiener Cäsalpin ausgegangene Entwurf einer Einteilung der Pflanzen nach der Lebensdauer, nach dem Vorhandensein oder Fehlen der Blüten, nach der Zahl und Lage der Keimblätter, nach der Stellung der Samen 2c. fand bei der Mitwelt keinen Anklang, weil er sich nur auf allgemeine Grundlinien beschränkte, ohne die vorgeschlagene Einteilung anzuwenden und durchzuführen.



Eine auf umfassende Kenntnis der Einzelheiten gestützte übersichtliche Darstellung aller bis dahin bekannt gewordenen Pflanzenarten wurde an der Wende des 17. und 18. Jahrhunderts von dem Franzosen Tournefort gegeben. In seinen „Institutiones rei herbariae“ unterscheidet er 10,146 Arten, faßt sie in 698 Gattungen zusammen und reiht diese wieder in 22 Klassen. Die 1.—15. Klasse umfaßt Kräuter und Stauben, die 16. und 17. Klasse die blütenlosen Pflanzen (Kryptogamen), die 18.—22. Klasse die Sträucher und Bäume. Die Kräuter und Stauben ebenso wie die Sträucher und Bäume werden nach der Gestalt ihrer Blüten unterschieden, und ein besonderes Gewicht wird darauf gelegt, ob die Blumen aus Kelch und Krone bestehen, ob sie regelmäßig oder unregelmäßig erscheinen, und ob die Blätter der Krone getrennt oder verwachsen sind. Bald darauf entwickelte der Schwede Linné eine Einteilung der Gewächse, welche sich auf die Verteilung der Geschlechter und insbesondere auf die Zahl der in den Blüten zur Ausbildung gekommenen Pollenblätter gründet. Die Begriffe der Art und Varietät, der Gattung und Klasse wurden von ihm in klarer, allgemein verständlicher Weise festgestellt und die unterschiedenen 1050 Gattungen in 24 Klassen zusammengefaßt (s. S. 287). Linnés Einteilung, welche unter dem Namen Sexualsystem bekannt wurde, erfreute sich eines beispiellosen Erfolges. Sie bildete eine wohlgeordnete Übersicht über die große Menge der damals bekannt gewordenen zerstreuten Einzelbeobachtungen, bot die Möglichkeit, die einzelnen Arten auf Grund bündiger Beschreibungen zu erkennen und den jeder Art gegebenen kurzen und einfachen Namen zu ermitteln. Es ist nicht die Schuld des geistreichen, weitblickenden Mannes, wenn man in sein System weit mehr hineinlegen wollte, als von ihm beabsichtigt war. Er selbst faßte die festgestellten 24 Klassen niemals als Stämme des Pflanzenreiches und als Ausdruck der natürlichen Verwandtschaft auf, sondern erklärte zu wiederholten Malen, daß er sich der Aufgabe, aus der Ähnlichkeit des gesamten Baues auf die natürliche Verwandtschaft der Pflanzen zurückzuschließen und daraufhin ein natürliches System aufzustellen, noch nicht gewachsen fühle. Ausdrücklich bezeichnete er aber ein solches natürliches System als das höchste und letzte Ziel der botanischen Forschung.

Als die ersten Begründer eines natürlichen Systemes nennt die Geschichte der Botanik die Franzosen Bernard und seinen Neffen Antoine Jussieu. Viele Jahre hindurch war dieses System nur durch Anordnung der Pflanzen in den Beeten des botanischen Gartens von Trianon zum Ausdrucke gebracht, vollständig ist es der wissenschaftlichen Welt erst durch das 1789 erschienene Werk „Genera plantarum“ bekannt geworden. Es sind in demselben 100 Pflanzenfamilien unterschieden. Diese wurden in 15 Klassen und diese wieder in 3 Hauptabteilungen (Acotyledonae, Monocotyledonae, Dicotyledonae) geordnet. Die Hauptabteilungen sind auf das Verhalten der Pflanzen bei der Keimung begründet. Bei den Akotyledoneen besteht der Keim nur aus einer Zelle und entbehrt der Keimblätter, bei den Monokotyledoneen weist der vielzellige Keimling nur ein Keimblatt (Cotyledon) auf, und bei den Dikotyledoneen entwickelt der vielzellige Keimling zwei Keimblätter. Die Akotyledoneen fallen mit den Kryptogamen Linnés zusammen und bilden die erste Klasse des Systemes. Die Monokotyledoneen gliedern sich je nach der Stellung und Lage, welche die Pollenblätter zur Fruchtanlage einnehmen, in drei Klassen (Monohypogynae, Monoperigynae, Monoepigynae). Die Dikotyledoneen werden zunächst entsprechend der Ausbildung der Blumenblätter in drei Gruppen geordnet, nämlich in die Kronenlosen (Apetalae), welche der Kronenblätter entbehren, die Verwachsenkronblätterigen (Monopetalae), deren Blumen in Kelch und Krone geschieden und bei welchen die Kronenblätter sämtlich miteinander verwachsen sind, und die Freikronblätterigen (Polypetalae), deren Blumen gleichfalls in Kelch und Krone geschieden, deren Kronenblätter aber nicht miteinander verwachsen sind. Jede dieser drei Gruppen zerfällt in drei Klassen, welche auf die verschiedene Stellung und Lage

der Pollenblätter zu der Fruchtanlage begründet werden. Da bei den einhäusigen und zweihäusigen Pflanzen die Stellung der Pollenblätter zur Fruchtanlage nicht in Betracht kommen kann, sah sich Jussieu gezwungen, noch eine 15. Klasse zu unterscheiden, welche er mit dem Namen Diclinia belegte. Die Aufstellung dieser letzten Klasse widerspricht den Anforderungen an ein natürliches System; ebenso ist die Umgrenzung der anderen Klassen mit Rücksicht auf die räumlichen Beziehungen der Pollenblätter zu der Fruchtanlage vielfach eine gezwungene und unnatürliche. Was demnach die Klassen anbelangt, so ist die Einteilung nicht weniger künstlich als jene Linnés. Ein großer Fortschritt liegt aber darin, daß bei der Feststellung der Familien nicht auf vereinzelte Merkmale, sondern auf den gesamten Bau der betreffenden Pflanzen Rücksicht genommen wurde, und insbesondere in der Feststellung der Monokotyledoneen und Dikotyledoneen als nebeneinander bestehender Gruppen der Blütenpflanzen. De Candolle unterscheidet mit Rücksicht auf den anatomischen Bau in dem 1813 veröffentlichten Werke „Théorie élémentaire de la botanique, ou exposition des principes de la classification naturelle“ Zellenpflanzen (Cellulares) und Gefäßpflanzen (Vasculares). Die ersteren sind nur aus Zellen aufgebaut, bei letzteren treten neben den Zellen auch noch Gefäße auf. Die Zellenpflanzen teilen sich in blattlose (Cellulares aphyllae) und beblätterte (Cellulares foliaceae). Von den Gefäßpflanzen werden entsprechend der damals herrschenden Ansicht über die Anordnung der Gefäßbündel im Stamme die zerstreutfaserigen (Endogenae), bei welchen die Gefäßbündel auf dem Stammquerschnitte zerstreut erscheinen und aufeinanderfolgend von innen nach außen entstehen sollen, und die ringfaserigen (Exogenae), bei welchen die Gefäßbündel auf dem Stammquerschnitte in einen am Umfange wachsenden Kreis gestellt sind, unterschieden. Die zerstreutfaserigen Gefäßpflanzen ordnen sich in die Gefäßkryptogamen (Endogenae cryptogamae), welche der Blüten entbehren, und in die zerstreutfaserigen Blütenpflanzen (Endogenae phanerogamae), welch letztere den Monokotyledoneen im Systeme des Jussieu entsprechen. Die ringfaserigen Gefäßpflanzen, welche mit den Dikotyledoneen in dem Systeme des Jussieu gleichbedeutend sind, werden mit Rücksicht auf die Gestaltung ihrer Blumen in solche eingeteilt, welche eine einfache Blütendecke, ein sogenanntes Perigon, besitzen (Monochlamydeae), und in solche, deren Blumen in Kelch und Krone gesondert sind (Diplochlamydeae). Die letzteren ordnen sich wieder in drei Gruppen, in die Kronenblumigen (Corolliflorae), deren Blumenblätter größtenteils verwachsen und deren Pollenblätter dem Blütenboden eingefügt sind, die Kelchblumigen (Calyciflorae), deren freie oder verwachsene Kronenblätter dem Kelche angeheftet erscheinen, und die Bodenblumigen (Thalamiflorae), deren Kronenblätter getrennt und dem Blütengrunde eingefügt sind. Obgleich de Candolle bei der Entwickelung dieses Systemes von wesentlich anderen Gesichtspunkten ausging als Jussieu, und obgleich in der Abgrenzung der Klassen und Familien manche Abweichungen in beiden Systemen bestehen, ist doch in mehreren wichtigen Dingen die Übereinstimmung nicht zu verkennen. Insbesondere werden wieder die Monokotyledoneen und Dikotyledoneen, wenn auch mit anderen Namen, als zwei Hauptabteilungen der Blütenpflanzen einander gegenübergestellt. Hervorzuheben ist auch noch, daß in diesem Systeme die Zellenkryptogamen und Gefäßkryptogamen scharf unterschieden werden. Die Zellenkryptogamen, Gefäßkryptogamen, Monokotyledoneen und Dikotyledoneen kehren von nun an, wenn auch mit verschiedenen Namen bezeichnet, in allen späterhin aufgestellten Systemen wieder, was wohl dafür zu sprechen scheint, daß diese Unterscheidung auch als eine naturgemäße gelten kann.

Nach de Candolle wurden in der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts Pflanzensysteme von Reichenbach, Oken, Agardh, Martius, Brogniart, Bartling, Endlicher &c. aufgestellt. Diese Mannigfaltigkeit, welche auf den Laien, der da meint, es könne doch nur ein natürliches Pflanzensystem geben, sehr befremdend wirkt und sein Vertrauen auf alle

botanischen Systeme ins Schwanken bringt, erklärt sich vorzüglich aus dem Umstande, daß bei der Entwickelung eines natürlichen Pflanzensystemes die Einbildungskraft des Forschers weit mehr beteiligt ist als bei der Aufstellung eines künstlichen, und daß dabei auch die jeweilig in der Gelehrtenwelt herrschenden Strömungen sowie die Weltanschauung und Geistesrichtung des Forschers in hervorragender Weise Einfluß nehmen. Am auffallendsten tritt das an den Systemen hervor, welche in den ersten Dezennien unseres Jahrhunderts von seiten der zur Naturphilosophie sich bekennenden Botaniker aufgestellt wurden. Der schon genannte Reichenbach meint, es müsse die Pflanzenwelt wie alles Lebendige eine stufenförmige Entwickelung haben und zwar eine Entwickelung, die stets vor- und rückwärts und allseitig um sich greift und sich selbst durchdringt. So wie die Kreisfläche nicht bloß Mittelpunkt und Umfang, sondern die Beziehung beider auf sich ist, so ist in der Natur alles wie im denkenden Geiste auf Thesis (Satzung, Mittelpunkt, Einheit), Antithesis (Gegensatz, Peripherie, Vielheit) und Synthesis (Ausgleichung, Vereinigung des Gegensatzes, Kreisfläche, Gestaltung) gegründet. Das Leben der Pflanze erschließe sich in drei Perioden: 1) das Keimleben, 2) die Vegetation, 3) die Befruchtung. Jeder dieser Zustände begreift aber Stadien in sich, welche durch organische Gebilde repräsentiert werden; das Keimleben durch den Samen, den Knoten (Knolle und Zwiebel) und die Knospe; die Vegetation durch die Wurzel, den Stamm und das Blatt und die Befruchtung durch das Weibliche, das Männliche und die Frucht. Daraus ergebe sich folgender Kanon: 1) Die Pflanze ruht in Samen, Knoten und Knospe (Thesis); 2) sie wächst mit Wurzel, Stengel und Blatt (Antithesis); 3) sie blüht weiblich, männlich und bildet Frucht (Synthesis). In jeder dieser Entfaltungsformen sei wieder das Prinzip der Polarität in Thesis, Antithesis und Synthesis nach innen zu erkennen. Hierauf gründet Reichenbach die Haupteinteilung in 1) Faserpflanzen, 2) Stockpflanzen und 3) Blüten- und Fruchtpflanzen. Die Faserpflanzen erscheinen als Pilze (Fungi) und Flechten (Lichenes), die Stockpflanzen als Grünpflanzen (Chlorophyta), Scheidenpflanzen (Coleophyta) und Zweifelblumige (Synchlamydeae); die Blüten- und Fruchtpflanzen als Ganzblumige (Sympetalae), Kelchständige (Calycanthae) und Stielblütige (Thalamanthae). Reichenbach glaubte mit diesem Systeme den „ariadnischen Faden" gefunden zu haben, der es dem Botaniker möglich macht, aus dem scheinbaren Chaos der Pflanzen herauszukommen und die Verkettung der Formen zu ermitteln. Da es mir schwer fällt, mich in die Ausdrucksweise jener Zeit hineinzufinden, sei es gestattet, den Begründer dieses Systemes selbst redend einzuführen. „Wie aus dem Staubpilze, aus dem Urtypus und daher auch im Leben der Zeit immer und immer wieder als Moment fortgebildeten und neugeschaffenen Urkeime, durch Mehrung der Hüllen ein inneres Gefüge ermöglicht wird und endlich die Sphärie und der Hutpilz hervortritt, ebenso entwickelte sich die Flechte aus ähnlichen Urkeimen nach in ihr selbst begonnenem Zwiespalte zwischen dem, was zu tragen war, und zwischen dem Träger oder dem Thallus endlich zur Gyrothalame und Parmeliacee hinauf.

„Das grüne Pflanzenreich erwachte dann in der Alge aus Wasser; sie sahen wir fortbilden, immer mütterlich nur in herrliche Formen gestaltet, bis dann, zum Elemente der Luft emporsteigend, das Moos ihre Formen durch Antheren begrenzte. Die Farne nehmen die Knospung der Algen und Moose in sich auf, und vergeblich im Circinnieren ein Zentrum erstrebend, findet dies Cycas und Zamia endlich in der akrogenetischen Achse.

„Zentrisches Bilden beginnt von hier aus als Typus der Pflanze, zuerst sich entfaltend aus der Urknospe der Spitzkeimer: Isoëtes. Aber der Knoten teilt und wiederholt sich, und Zwischenstücke dehnen sich zum Stamme, und Scheiden, als Blätterphantome, entsteigen dem Knoten, und Männliches gebiert aus und für sich das weibliche Urbild. Die Scheiden gewinnen ein Ziel und verkünden in der Dreizahl dem Reiche der Pflanzen die Blüte. Ihr Nachbild, die Frucht, verfolgt treulich der Mutter Gesetz, und der Same bewahrt bereits

um den Keimling wieder den Urknoten, das Eiweiß. Von dem im Wasser schwimmenden Seegrase bis zur edlen Palme empor steigert sich die Entfaltung der Organen-Elemente, welche die Klasse der Spitzkeimer geboten, und diese Palme, an äußerer Würde so reich, wie allen an innerem Gehalte überlegen, stellt sich als Führerin der großen akrogenetischen Pflanzennatur allem entgegen, was vor ihr gewesen, und was nach ihr geworden (Antithese).

„Neues Schaffen und Gestalten erwächst auf neuer Bahn der amphigenetischen Pflanzennatur, nachdem das Blattgebilde in den Blattkeimern sich frei gemacht (Folia decidua) und sich selbst einen Gegensatz durch sich gestellt hatte (Cotyledones oppositae). Und was früher aus Knoten und unmittelbar anhängenden Scheiden geboren, das sehen wir von jetzt an alles aus der neuen Stammschicht entspringen, welche sich die Kotyledonen bereitet, und die Knospen wirken wieder mit, die äußere Stammschicht immer neu sich zu schaffen (Synthesis).

„Aus niederen Anklängen an dagewesene Formen bilden zuerst die Synchlamideen, zweifelblumig noch, im einfachen Blattleben sich fort, bis zum edlen Lorbeer- und Zimtbaume. Die Korolle tritt dann auf als einfaches Nachbild des Kelches, und aus den niederen Formen der Skabiosen und Syngenesisten beginnend, wandelt der Typus der Sympetale fort bis in die vielgestaltigen Formen der Rhodoraceen und Sapotaceen (Thesis).

„Die Korolle folgt dem Rufe der männlichen Sphäre, und sich teilend, strebt sie hinaus über die Tendenz des immer mehr mit der Frucht verschmelzenden, sie selbst noch fesselnden Kelches. Die Calycanthe, aus der Dolde und Leguminose geschaffen, durchläuft die Reihen und findet als Melastomee und Amygdalacee ihren endlichen Schluß (Antithese).

„Die Frucht ist aber der Endzweck des pflanzlichen Lebens, sie muß sich befreien und endlich frei von allen umgebenden Kreisen selbständig sich durchbilden; so will es die Idee der Pflanzennatur. Der Tetradynamist sagt uns im Vorspiele der Klasse, was die Frucht will, und wir verfolgen aus ihm durch spaltende Gegensätze die Versöhnung zur Einheit, welche die Orange gewonnen (Synthese)."

Ganz ähnlich dieser von Reichenbach seinem Pflanzensysteme beigegebenen Erläuterung lautete auch die Begründung, mit welcher Oken sein System einführte. Beide Pflanzensysteme wurden von den Zeitgenossen als geistreiche und tiefsinnige Spekulationen bewundert. Demungeachtet läßt sich nicht behaupten, daß durch sie die Erkenntnis der Stämme des Pflanzenreiches eine wesentliche Förderung erfahren hätte. Wenn dennoch das System Reichenbachs hier verhältnismäßig ausführlich besprochen wurde, so geschah das in der Absicht, zu zeigen, welcher weite Spielraum in diesen Dingen der Spekulation gestattet ist, und um insbesondere auch darauf hinzuweisen, daß eine Zeit kommen dürfte, in welcher die gegenwärtig von zahlreichen Forschern in Angriff genommenen und mit bewunderswerter Ausdauer durchgeführten vergleichenden Untersuchungen, welche die Abstammung der Blütenpflanzen von den Gefäßkryptogamen, der Gefäßkryptogamen von den Moosen ꝛc. erklären und wahrscheinlich machen sollen, und deren Endziel es ist, alle Stämme des Pflanzenreiches auf einen einzigen Ausgangspunkt, beziehentlich auf eine Urzelle oder einen Urprotoplasten zurückzuführen, ebenso geringschätzig behandelt werden, wie es jetzt mit den bunten Hypothesen aus den ersten Jahrzehnten unseres Jahrhunderts geschieht.

Das von Endlicher entworfene und in seinem großartigen, in dem Zeitraume von 1836—40 in Wien erschienenen Werke „Genera plantarum secundum ordines naturales disposita" entwickelte System schließt sich an die Systeme von Jussieu und de Candolle an. Es werden in demselben 6838 Gattungen, in 277 Familien oder Ordnungen gereiht, vorgeführt. Zum ersten Male erscheinen die Nadelhölzer und Gnetaceen als eine besondere Gruppe deutlich umgrenzt und als Nacktsamige (Gymnospermeae) bezeichnet. Auch finden sich die mit dem Namen Lagerpflanzen (Thallophyten) belegten stengellosen Sporenpflanzen schärfer als von den Vorgängern in drei Reihen oder Klassen, nämlich in Algen, Flechten

und Pilze, geschieden. Allerdings werden diese Gruppen noch als gleichwertig mit den Schachtelhalmen, Farnen, Bärlappen ꝛc. hingestellt, sowie auch die Gymnospermeen nicht als besonderer Hauptstamm, sondern nur als eine Klasse der mit dem Namen Endumsprosser (Acramphibria) belegten Abteilung des Pflanzenreiches aufgeführt sind. Endumsprosser nennt Endlicher dieselben Pflanzen, welche sein Vorgänger Jussieu Dikotyledoneen und de Candolle ringfaserige Gefäßpflanzen (Vasculares exogenae) genannt hatte, und unterscheidet von denselben die Apetalae, Monopetalae und Polypetalae; letztere beide mit den geänderten Namen Gamopetalae und Dialypetalae.

Im großen und ganzen an der Anordnung de Candolles und Endlichers festhaltend, haben in jüngster Zeit Bentham und Hooker die bisher bekannt gewordenen 100,220 Arten der Blütenpflanzen in 8417 Gattungen und diese in 210 Ordnungen gruppiert. Von diesen Ordnungen gehören 3 in die Klasse der Gymnospermeen, 35 in die Klasse der Monokotyledoneen, 36 in die Klasse der Monochlamydeen, 46 in die Klasse der Gamopetaleen und 90 in die Klasse der Polypetaleen der älteren Botaniker.

Daß die Gruppierung in Monochlamydeen (Apetaleen), Gamopetaleen (Monopetaleen) und Polypetaleen (Dialypetaleen), welche sich auf die Farbe und Verbindung der Blumenblätter stützt, eine künstliche sei, wird zwar von allen Einsichtigen anerkannt, aber es ist schwer, etwas Besseres an die Stelle zu setzen. Die Familien, welche in die große Abteilung der Dikotyledoneen gereiht werden, zeigen die mannigfaltigsten Beziehungen zu einander. Ein Zusammenhang, der mit der Vorstellung vereinbar wäre, daß sich diese Familien auseinander entwickelt haben, ist nicht herauszufinden, und eine Anordnung derselben in Form einer Stufenleiter wäre ebenso unnatürlich wie die Gruppierung nach dem Vorbilde eines verzweigten Astes. Treffend vergleicht Linné die Grenzen dieser Familien mit den mannigfaltig verschlungenen Grenzen von Ländern auf einer Landkarte. Die eine Familie berührt sich mit zwei, die andere mit drei, wieder eine andere mit vier oder noch mehr angrenzenden Familien. Diese Berührung, beziehentlich Verwandtschaft zeigt sich nach den verschiedensten Seiten. Einzelne Familien sind sehr umfangreich, andere dagegen klein und zwischen die großen eingesprengt und eingeschaltet, wieder andere nehmen sich aus wie einsame Eilande in dem die Küsten eines Festlandes bespülenden Ozean.

Sehr beachtenswert ist das im Jahre 1864 in Aschersons „Flora der Provinz Brandenburg" veröffentlichte System von Alexander Braun. Die Dikotyledoneen werden in Apetalae, Sympetalae und Eleuteropetalae unterschieden, was mit Rücksicht auf die Bedeutung der Namen den Eindruck der Übereinstimmung mit den früher erwähnten Einteilungen von Jussieu und Endlicher macht. Es besteht aber ein wesentlicher Unterschied darin, daß eine große Zahl von Familien, welche von den genannten älteren Botanikern bei den Apetalae untergebracht waren, nun zu den Eleuteropetalae gestellt erscheinen. Als Eleuteropetalae sind jene Pflanzen bezeichnet, „bei welchen Kelch und Blumenkrone typisch vorhanden sind und letztere aus getrennten Blättern besteht". Sie gruppieren sich in 24 Ordnungen: Hydropeltidinae, Polycarpicae, Rhoeadinae, Parietales, Passiflorinae, Guttiferae, Lamprophyllae, Hesperides, Frangulinae, Aesculinae, Terebinthinae, Gruinales, Columniferae, Urticinae, Tricoccae, Caryophyllinae, Saxifraginae, Juliflorae, Umbelliflorae, Myrtiflorae, Thymelaeinae, Santalinae, Rosiflorae, Leguminosae. Die von Eichler und Engler entwickelten Systeme schließen sich an jenes von A. Braun an. Von den Dikotyledoneen werden nur mehr Sympetalae und Eleuteropetalae (Choripetalae, Archichlamydeae) unterschieden und die Apetalae (Monochlamydeae) ganz fallen gelassen. Drude dagegen kommt wieder auf die Einteilung de Candolles zurück, unterscheidet die Dicotylodoneen in die Monochlamydeae und Dichlamydeae, welch letztere die Sympetalae und einen Teil der Eleuteropetalae umfassen.

Seit den vierziger Jahren hat die Kenntnis der von Endlicher unter dem Namen Lagerpflanzen (Thallophyten) zusammengefaßten Kryptogamen außerordentliche Fortschritte gemacht. Es fehlte auch nicht an Versuchen, die Ergebnisse der betreffenden Untersuchungen zusammenzufassen und für die systematische Einteilung dieser Pflanzengruppe zu verwerten. Die früher übliche Unterscheidung in Algen, Pilze und Flechten, welche sich auf das Vorhandensein oder Fehlen des Chlorophylls und auf die Lebensweise in oder außer dem Wasser gründete, wurde aufgegeben. Cohn unterschied (1872) die Lagerpflanzen mit Rücksicht auf die Verhältnisse der Sporen in sieben Gruppen, nämlich in Schizosporeen, Zygosporeen, Basidiosporeen, Ascosporeen, Tetrasporeen, Zoosporeen, Oosporeen. Von Sachs wurden (1874) die Lagerpflanzen insbesondere in Berücksichtigung der Befruchtungsvorgänge und des Generationswechsels in vier Klassen, nämlich in Protophyten, Zygosporeen, Oosporeen und Karposporeen, eingeteilt, und in jeder Klasse erscheinen die chlorophyllhaltigen und die chlorophylllosen einander gegenübergestellt. Von den Protophyten werden unterschieden Cyanophyceae, Palmellaceae (chlorophyllhaltig), Schizomyzeten, Sacharomyzeten (chlorophylllos); von den Zygosporeen: Volvocineen, Konjugaten (chlorophyllhaltig), Myxomyceten, Zygomyceten (chlorophylllos); von den Oosporeen: Sphaeroplea, Vaucheria, Ödogoniaceen, Fukaceen (chlorophyllhaltig), Saprolegniaceen, Peronosporeen (chlorophylllos); von den Karposporeen: Coleochaete, Florideen, Characeen (chlorophyllhaltig), Ascomyceten, Äcidiomyceten, Basidiomyceten (chlorophylllos). Göbel (1882) unterscheidet zwar wieder Algen und Pilze, aber neben diesen als gleichwertige systematische Gruppen auch noch Myxomyceten, Diatomaceen und Schizophyten. Die Algen werden in Chlorophyceen, Phäophyceen und Rhodophyceen, die Pilze in Chytridineen, Ustilagineen, Phycomyceten, Ascomyceten, Äcidiomyceten und Basidiomyceten eingeteilt. Warming (1884) kehrt wieder zu der früher üblichen Gruppierung der Thallophyten in Algen und Pilze zurück und betrachtet die Myxomyceten als eine Klasse der Pilze und die Diatomaceen und Schizophyceen als zwei Klassen der Algen.

Das Zusammenfassen der Pflanzen nach der Ähnlichkeit ihres Baues, und zwar der Arten in Gattungen, der Gattungen in Familien, der Familien in Klassen und Ordnungen und der Ordnungen in zwei unter den Namen Kryptogamen und Phanerogamen bekannt gewordene Hauptabteilungen, führte zuletzt zu der Voraussetzung, daß auch diese beiden von einem einzigen Hauptstamme ausgehen, und bei einem Überblicke über die ganze Welt der Lebewesen mußte man folgerichtig auch noch daran denken, daß der Hauptstamm des Pflanzenreiches mit dem Hauptstamme des Tierreiches in einem gemeinsamen Ausgangspunkte zusammentreffe. Wer dergleichen Anordnungen auf dem Papiere verzeichnet sieht, wird sich unwillkürlich einen Stammbaum des Pflanzenreiches vorstellen, der sich fort und fort verästet und endlich in Tausenden von Zweigen, die wir Arten oder Spezies nennen, auflöst. Bewußt oder unbewußt hatten auch alle Botaniker, die sich um die Aufstellung eines natürlichen Systemes bemühten, im Geiste einen solchen Stammbaum vorschweben, und die Vorstellungen von demselben unterscheiden sich nur dadurch, daß bei der einen der Glaube zu Grunde lag, es hätten sich aus dem Uranfange in stufenweiser Reihenfolge zuerst die Lagerpflanzen, aus diesen die Moose, dann die Gefäßkryptogamen, die nacktsamigen und die bedecktsamigen Blütenpflanzen entwickelt, während nach der anderen Vorstellung dicht über der Wurzel des Baumes eine Zweiteilung in den Hauptast der Kryptogamen und jenen der Phanerogamen und dann noch eine oftmals wiederholte Ast- und Zweigbildung sowohl an diesem wie jenem Hauptaste stattfand. Wieder andere stellten sich zwar einen gemeinsamen Ausgangspunkt der ganzen Pflanzenwelt vor, meinten aber, daß dieser Ausgangspunkt der Mittelpunkt einer Sphäre gewesen sei, daß die Stämme wie Strahlen von dem gemeinsamen Zentrum ausgingen und sich gegen den Umfang der Sphäre in Äste und

Zweige auflösten. Alle diese Hypothesen begnügen sich, die Urzeugung von einer einzigen oder einiger weniger Lagerpflanzen vorauszusetzen, welche äußerst einfach gebaut waren, aber die Fähigkeit besaßen, sich zu „differenzieren“, d. h. verschieden gestaltete Nachkommen auszubilden, welche die Anfänge der Äste des Stammbaumes bildeten. Man nannte diese Entwickelung eines Stammbaumes Phylogenesis oder Phylogenie. Als selbstverständlich wurde vorausgesetzt, daß die Fähigkeit, sich zu differenzieren, auch auf alle Nachkommen der durch Urzeugung entstandenen ersten Pflanzenart, beziehentlich auf die Verzweigungen der Äste übergegangen sei. Doch sind die Ansichten darüber geteilt, ob bei dieser fortgesetzten Differenzierung ein bestimmter Plan, ein Vervollkommnungsprinzip eingehalten war, oder ob die Veränderungen ohne einen schon von Anfang her festgestellten Plan erfolgten.

Daß man bei der Aufstellung eines Stammbaumes, der mit einer einfach gebauten Art anfängt und mit sehr zusammengesetzt gebauten Arten abschließt, auf der richtigen Fährte sei, glaubte man insbesondere durch den Vergleich der Phylogenie mit der Entwickelung des Individuums (Ontogenie) bestätigt zu sehen. Der mächtigste blütengeschmückte Baum nimmt bekanntlich seinen Anfang mit einem einzigen Protoplasmaklümpchen. Dieses umgibt sich mit einer Haut, nimmt infolge der Aufnahme von Nahrung aus der Umgebung an Umfang zu und vervielfältigt sich; es entstehen Zellenverbände und Zellengruppen; diese gliedern sich in Achse und Blätter, und diese nehmen wieder, entsprechend der Teilung der Arbeit, die mannigfachsten Formen an. Sie metamorphosieren sich, und die obersten und letzten Glieder werden zu Blüten und Früchten. Ähnlich solchen reichgegliederten Individuen sollte aber die gesamte Pflanzenwelt eine stufenweise Metamorphose erfahren können. Dem Ooplasten, welcher den Ausgangspunkt des Individuums bildet, würden etwa die Schleimpilze, dem Zellenvereine, welcher nach erfolgter Befruchtung aus dem Ooplasten hervorgeht, würden die Zellenpflanzen (Lagerpflanzen), dem in Achse und Blätter gegliederten Gewebekörper des Keimlinges die Gefäßkryptogamen und dem mit Blüten abschließenden Pflanzenstocke die Blütenpflanzen (Phanerogamen) entsprechen.

Wie alle Vergleiche, nimmt auch dieser die Einbildungskraft gefangen und hat in unserer der naturphilosophischen Spekulation wieder zuneigenden Zeit viel Anklang gefunden; ja er ist sogar als Lehrsatz und als Richtschnur für viele Untersuchungen zur Geltung gekommen. Es hält aber schwer, denselben mit den anderen einschlägigen Theorien, welche auf Erfahrung beruhen, in Einklang zu bringen. Der leitende Gedanke bei dem Vergleiche ist, wie gesagt, daß die gesamte Pflanzenwelt einen ähnlichen Entwickelungsgang einhält und eine ähnliche Metamorphose durchmacht wie das einzelne Individuum einer Blütenpflanze. Es würde daher zunächst die Frage zu beantworten sein, worin denn das Wesen der Metamorphose des Individuums besteht, und welches Ziel durch die Metamorphose erreicht werden soll. Wenn auch unbekannt ist, welche Vorgänge bei der Metamorphose des Individuums in dem lebendigen Protoplasma desselben stattfinden, so kann doch so viel als sichergestellt gelten, daß sich diese Vorgänge auf genau vorgezeichneten Bahnen vollziehen, daß der Aufbau der aufeinander folgenden Stufen bei jeder Art nach demselben Plane erfolgt, daß äußere Einflüsse, zumal jene des Klimas und Bodens, diesen Plan nicht wesentlich zu verändern im stande sind, und daß demnach der Aufbau und die Form, mit welcher die einzelnen aufeinander folgenden Stufen in Erscheinung treten, in dem Protoplasma selbst begründet sind. Das Endziel der Metamorphose ist bei allen Pflanzen die Bildung einer Frucht. Mit der Bildung der Fruchtanlagen hat die Metamorphose ein Ende erreicht, und der befruchtete Ooplast fängt nun die Metamorphose wieder von vorne an, d. h. er wird wieder zum Ausgangspunkte einer in denselben Bahnen verlaufenden Umgestaltung. Das alles gilt sowohl für den Apfelbaum als auch für die Palme, die Kiefer, den Schachtelhalm, das Laubmoos, den Blasentang, die Armleuchtergewächse, den Schimmel und die grünen Wasserfäden. Nur

bedarf es bei den letzteren nicht so vieler Stufen wie bei den ersteren. Daß sie deswegen das angestrebte Ziel nicht erreichen, wird niemand behaupten wollen. Gewächse, deren Befruchtung und Fruchtbildung im Wasser stattfindet, mag es das Wasser der betauten Erde oder jenes im Schlamme des Flußufers oder im Grunde des Teiches sein, erreichen das Ziel, ohne daß bei ihnen eine Metamorphose in Blumenblätter und Pollenblätter eintritt, und für jene, welche in der Meerestiefe leben, ist auch die Gliederung in Stamm und Blätter überflüssig. Ja, es wäre eine solche über das Ziel hinausgehende Metamorphose sogar von Nachteil und daher nichts weniger als eine Vervollkommnung. Auch ist es nach allem, was die Erfahrung über die Beziehungen der äußeren Verhältnisse zur Gestalt lehrt, undenkbar, daß ein Farn, wenn bei ihm die Befruchtung nicht im Tau- oder Regenwasser stattfinden kann, infolgedessen aus den bisher eingehaltenen Bahnen heraustreten und einen anderen Gang der Metamorphose einschlagen würde. Aus diesen Erörterungen ist aber zu entnehmen, **daß die Entwickelung des Individuums (Ontogenese) als Vorbild für die Entwickelung des zugehörigen Stammes, beziehentlich der Vorfahren, welche die Ahnenkette des betreffenden Individuums bilden, nicht gelten kann, und daß der Ontogenese als Stütze der Vorstellung eines mit einfachen Formen beginnenden und mit reichgegliederten Formen abschließenden Stammbaumes keine Bedeutung zukommt.**

Als eine andere wichtige Stütze der Annahme, daß sich aus einfachen Zellenpflanzen in aufsteigender Reihe die Blütenpflanzen herausgebildet haben, gilt auch das Ergebnis der entwickelungsgeschichtlichen Untersuchungen, demzufolge bei den verschiedensten Gruppen des Pflanzenreiches eine ausgesprochene Ähnlichkeit in Beziehung auf die Form der demselben Zwecke dienenden Organe besteht. Bei der einen Gruppe erscheinen diese Organe einfacher, bei der anderen verwickelter aufgebaut, die gemeinsame Tracht ist aber nicht zu verkennen, und darauf gründen viele die Ansicht, daß die Träger entwickelungsgeschichtlich ähnlicher Organe voneinander abstammen. Diese Schlußfolgerung scheint mir aber nicht zulässig. Die Ähnlichkeit erklärt sich viel einfacher aus der Übereinstimmung der Ziele, welche erreicht werden sollen. Wenn die Befruchtung darin besteht, daß zwei an getrennten Stellen entstandene Protoplasten zusammenkommen und sich miteinander verbinden, so ist eine Ähnlichkeit der diesem Ziele dienenden Wege und Mittel selbstverständlich. In dem einen Falle wird von den Geschlechtszellen, welche eine Verbindung eingehen, der Wasserweg, in dem anderen Falle der Luftweg eingeschlagen. Das bedingt zwar eine Verschiedenheit der Mittel in einzelnen Dingen, doch wird trotzdem die allgemeine Ähnlichkeit zum Ausdrucke kommen. **Aus dieser allgemeinen Ähnlichkeit kann daher nur gefolgert werden, daß sich die verglichenen Lebewesen sämtlich durch Befruchtung erneuern, aber nicht, daß dieselben einem gemeinsamen Ausgangspunkte entspringen.**

An diese Folgerung knüpft sich die Frage, ob vielleicht aus der Verschiedenheit der Befruchtungsorgane der weitere Schluß gezogen werden könnte, daß mehrere Pflanzenstämme von jeher nebeneinander bestanden haben. Erfahrungsgemäß entstehen neue Gestalten niemals aus Ablegern, sondern stets nur aus Früchten. Es könnten daher auch neue Pflanzenstämme nur auf geschlechtlichem und niemals auf ungeschlechtlichem Wege aus schon vorhandenen hervorgehen. Zusammengesetzte Lagerpflanzen müßten aus den Früchten einfacherer Lagerpflanzen, Farne aus den Früchten der Moose &c. entspringen. Solche Vorstellungen mochten zu einer Zeit gestattet sein, in welcher die Befruchtungsvorgänge und die Entwickelung der Früchte, zumal jene der Lagerpflanzen ungenügend oder gar nicht bekannt waren. Heutzutage wird kein Botaniker an die Möglichkeit glauben, daß aus der Frucht einer Vaucheria eine Spirogyra, eine Ulothrix, ein Ödogonium, eine Floridee oder ein Armleuchtergewächs hervorgehen könnte. Es kann geschehen, daß infolge der Kreuzung

dichogamer Vaucheria-Arten eine neue Art entsteht, aber diese wird zuverlässig wieder eine Vaucheria sein, und die Befruchtung wird sich bei ihr wieder nach dem Vorbilde ihrer Stammeltern vollziehen. Daß das Spermatoplasma von Vaucheria in den Zellenraum gelange, in welchem die Kopulation der Geschlechtszellen von Spirogyra (s. Band I, Tafel bei S. 22, Fig. 1) stattfindet, oder daß sich dieses Spermatoplasma mit einer oder mehreren Gameten von Ulothrix (s. S. 47) verbinde, ist ebenso unmöglich, wie daß die Gameten von Ulothrix, in den Bereich der Fruchtanlage von Vaucheria gekommen, dort eindringen und mit dem Ooplasten verschmelzen, und es ist ausgeschlossen, daß auf diese Weise ein Protoplasma entstehen könnte, welches den Ausgangspunkt eines neuen Stammes bildet. Daraus mag man aber den Schluß ziehen, daß jene Pflanzen, welche die Träger von Befruchtungsorganen mit tiefgreifender Verschiedenheit sind, nicht auseinander hervorgegangen sein können, sondern Stämmen angehören, die von jeher getrennt nebeneinander bestanden haben.

Auch die Erfahrungen, welche über die im Reiche der Pflanzen bestehenden Ernährungsgenossenschaften und in betreff der wechselseitigen Beziehungen grüner und nichtgrüner Gewächse gemacht wurden, sind hier nicht zu übersehen. In Band I, S. 242 wurde auf die Bedeutung der Verwesungspflanzen hingewiesen und hervorgehoben, daß von der durch diese Pflanzen veranlaßten Zersetzung der abgestorbenen Organismen die Fortdauer des Pflanzenlebens und überhaupt alles Lebens abhängt. Die grünen Pflanzen könnten nicht ohne die chlorophylllosen Verwesungspflanzen und die chlorophylllosen Verwesungspflanzen nicht ohne die grünen Pflanzen bestehen. Das mußte zu allen Zeiten so gewesen sein und wird auch in Zukunft so bleiben. Daraus ergibt sich aber wieder die Schlußfolgerung, daß jene chlorophylllosen Gewächse, durch welche die Leichen der grünen Pflanzen zersetzt werden, nicht aus den grünen Pflanzen entstanden sein können, sondern von jeher getrennten Stämmen angehörten.

Die sichersten Aufschlüsse über die Frage, ob zahlreiche Pflanzenstämme von jeher nebeneinander bestanden haben, oder ob die Pflanzenstämme, welche wir heutzutage nebeneinander sehen, im Laufe der Zeiten aus einem einzigen Stamme hervorgegangen sind, hat man von der Paläontologie erwartet. Wenn diejenigen Formen, bei denen eine weitgehende Teilung der Arbeit, ein verwickelter Bau der Organe und eine reiche Gliederung des Individuums beobachtet wird, und die man herkömmlich als „höhere Pflanzen" angesprochen hat, aus Formen hervorgegangen sind, welche die denkbar einfachste Lebensweise führen, einen sehr einfachen Bau besitzen und dem entsprechend „niedere Pflanzen" genannt wurden, so läßt sich voraussetzen, daß einstmals nur niedere Pflanzen die Erde bevölkerten. Auch müßte es eine Zeitlang Pflanzenformen gegeben haben, die man sich als Ausgangspunkt für zwei oder mehrere erst später in Erscheinung getretene Stämme vorstellen könnte. In jenen pflanzenführenden Schichten, welche die Geologen als die ältesten ansehen, könnten nur Reste von sehr einfachen Lagerpflanzen gefunden werden, in den nächst jüngeren Schichten nur Tange, Florideen und Flechten, in noch jüngeren Armleuchtergewächse und Moose oder Pflanzen, welche weder das eine noch das andere waren, sondern die Ausgangspunkte einerseits für Moose und anderseits für Armleuchtergewächse bildeten und die, nachdem die „Differenzierung" erfolgt war, ausstarben.

Der Graphit, welcher als die älteste Spur pflanzlichen Lebens auf der Erde angesehen wird, gibt in dieser Beziehung leider keinen Aufschluß. Aus seinem Vorkommen im Schiefergebirge, zusammen mit kristallinischem Kalke und Schwefelkiese, könnte man mutmaßen, daß er aus Pflanzen hervorgegangen sei, welche auf den durch Tiere aufgebauten Kalkriffen hafteten, oder daß er aus Meerespflanzen seinen Ursprung genommen habe, welche an dem Küstensaume dieser Kalkriffe lebten. Dort, wo der Graphit in größerer Mächtigkeit auftritt,

ist man auch versucht, an Torfmoore zu denken, aus welchen er hervorgegangen sein könnte. Das sind alles, wie gesagt, Vermutungen; denn infolge des Umstandes, daß Kohle, Kalk und die Silikate kristallinisch geworden sind, fehlen alle Anhaltspunkte zur Feststellung der Stämme, welchen die den Graphit bildenden Pflanzen angehört haben könnten. Nebenbei sei hier noch bemerkt, daß der Graphit zwar die ältesten bekannt gewordenen Spuren des Pflanzenlebens auf der Erde bildet, daß aber die ihm zu Grunde liegenden Pflanzen nicht notwendig auch die ersten auf der Erde gewesen sein müssen. Daß die Gesteine, mit welchen zusammen der Graphit vorkommt, die erste feste Rinde der Erde gebildet haben, ist zu bezweifeln. Viel wahrscheinlicher ist, daß diese Gesteine aus anderen zerstörten Gesteinen, beziehentlich Gebirgen hervorgegangen sind, sowie sie ja später selbst zum großen Teile wieder zerstört wurden und zur Bildung neuer Schichten Veranlassung gaben.

Die aus den paläozoischen Formationen stammenden Pflanzenreste sind in ihren Formen leidlich gut zu erkennen. Jene Gebilde, welche man früher für fossile Tange hielt, werden zwar in neuerer Zeit als Fährten von Würmern und Medusen gedeutet, aber einige derselben sind denn doch unzweifelhaft Reste von Tangen. Von anderen Lagerpflanzen, die damals im Wasser lebten, ist nur das seltsame Spirophyton (s. nebenstehende Abbildung) bekannt geworden. Dasselbe könnte vielleicht als ein unter Wasser lebendes Lebermoos gedeutet werden; wenigstens hat es einige Ähnlichkeit mit der im Genfer See jetzt lebenden Riella Reuteri und der in Algerien heimischen Riella helicophylla (s. Abbildung, S. 599). Von Lagerpflanzen, welche damals außerhalb des Wassers gelebt haben könnten, sind nicht einmal Spuren bekannt. Dagegen findet man mächtige, baumförmig entwickelte Gefäßkryptogamen mit Strünken, Wedeln und Blättern, welche den jetzt lebenden Schachtelhalmen, Farnen und Bärlappen an die Seite zu stellen sind. In der Kohlenformation spielen dann auch Cykadeen und Nadelhölzer eine große Rolle. Bedecktsamige Blütenpflanzen wurden dagegen in jenen Schichten bisher nicht nachgewiesen. Es wäre thöricht, dieses Ergebnis als einen Beweis dafür anzusehen, daß es damals keine Lagerpflanzen und keine bedecktsamigen Blütenpflanzen gegeben habe. Was aus jener Periode auf uns gekommen ist, bildet gewiß nur einen kleinen Bruchteil der damaligen Pflanzenwelt und beschränkt sich augenscheinlich auf die Flora der Torfmoore, welche ebenso arm an Arten und ebenso eintönig war, wie sie es noch heutzutage ist. Auch gegenwärtig findet man in den Mooren als herrschende Pflanzen: Schachtelhalme, Farne, Bärlappe und Nadelhölzer und in den tropischen Gebieten auch noch Cykadeen; aus jeder Gruppe nur wenige Arten, diese aber in Tausenden von Stöcken aneinander gereiht und zu umfangreichen Beständen verbunden. Wer die Geschichte dieser Moore kennt, weiß, daß für die genannten Pflanzenformen der Boden durch andere Gewächse vorbereitet werden muß. Equisetum limosum, Aspidium Thelypteris, Lycopodium inundatum ꝛc. gedeihen nicht auf einem Erdreiche, welchem der Humus fehlt; sie bedürfen eines von den abgestorbenen Resten früherer Ansiedler durchsetzten Bodens, um sich ernähren und entfalten zu können. Jene Pflanzen aber, welche als erste Ansiedler auftreten, gehören erfahrungsgemäß ganz anderen Stämmen an (s. Band I,



Spirophyton aus dem rheinischen Devon.

S. 246). Wenn nun an dem Grundsatze festgehalten wird, daß die Entwickelung der Torfmoore in längst vergangenen Zeiten nicht anders vor sich ging wie in der Gegenwart, so muß auch angenommen werden, daß den Beständen aus Schachtelhalmen, Farnen, Bärlappen und Cykadeen Bestände aus anderen Gewächsen vorausgingen, welche als erste Ansiedler den Boden zubereiteten. Welchen Pflanzenstämmen diese ersten Ansiedler angehört haben mochten, ist zwar aus den vorliegenden Resten nicht zu ermitteln; doch ist es im Hinblicke auf die Geschichte der gegenwärtigen Torfmoore nicht unwahrscheinlich, daß sich darunter sowohl Lagerpflanzen als bedecktsamige Blütenpflanzen befanden.

Daß die aus Schachtelhalmen, Farnen, Bärlappen und Cykadeen gebildete Gesellschaft, welche sich auf den Torfmooren der paläozoischen Zeit breit machte, in so gutem Zustande



Riella helicophylla unter Wasser. Vergrößert. Vgl. Text, S. 598.

fossil auf uns gekommen ist, wird aus den überall im Torfe sich bildenden Humussäuren erklärt (s. Bd. I, S. 241). Es gibt vier Mittel, welche es möglich machen, daß sich eine Pflanze in fossilem Zustande erhält; das erste bilden die Humussäuren; das zweite die aus den Nadelhölzern ausfließenden Harze, welche den Bernstein bilden; das dritte Schlamm und Sand, welche bei Überflutungen herbeigeführt werden, und das vierte die Verkieselung und Verkalkung der Zellhaut oder die Bildung einer Kalkkruste, welche aus dem kalkhaltigen Wasser auf die Pflanzenteile niedergeschlagen wird. Daß diese vier Erhaltungsmittel zu allen Zeiten wirksam sein konnten, ist wohl nicht zweifelhaft, aber eine andere Frage ist, ob uns die auf dem vierfachen Wege gebildeten Fossilien aus allen Perioden auch überliefert worden sind. Wie viele ältere Schichten sind längst wieder zerstört und zum Aufbaue jüngerer Schichten verwendet worden, und wie viele Hebungen und Senkungen haben diese Schichten erfahren! Es dürfte in der That schwer sein, eine Stelle auf dem Erdenrunde ausfindig zu machen, welche nicht schon wiederholt über und unter dem Meere war. Vieles, was Aufschluß geben könnte, ruht gegenwärtig, von unermeßlichen Wassermassen bedeckt und für uns unzugänglich, im Grunde des Meeres, und es wäre vermessen, aus den Studien an den

wenigen aufgeschlossenen und genauer untersuchten Stellen der Erdoberfläche den Schluß ziehen zu wollen, daß die dort gefundenen fossilen Reste mehr seien als ein winziger Bruchteil der Pflanzenwelt verschollener Perioden.

Mit diesen Bemerkungen soll hier nur angedeutet sein, daß es nicht außer dem Bereiche der Möglichkeit liegt, daß in den Schichten der paläozoischen Periode außer den auf Torfmooren gewachsenen Gefäßkryptogamen, Cykadeen und Nadelhölzern dermaleinst auch noch Gewächse anderer Standorte, zumal solche aus dem süßen und salzigen Wasser oder aus den Wäldern der Sanddünen und Flußufer aufgefunden werden. Daß aber unter diesen auch bedecktsamige Blütenpflanzen vertreten sein würden, wird niemand bezweifeln, der einen Blick auf die Pflanzenreste wirft, welche aus der mesozoischen Zeit auf uns gekommen sind. Neben den Pflanzen der Torfmoore findet man nämlich in den oberen Schichten der Kreide auch die Vertreter einer unendlich reichen, aus bedecktsamigen Blütenpflanzen gebildeten Waldflora. Da gibt es Platanen, Birken, Buchen, Eichen, Pappeln, Weiden, Feigen- und Lorbeerbäume, Ahorne, Epheu und andere Araliaceen, Brotfruchtbäume, Tulpenbäume und Magnolien, Kirschbäume und Hülsengewächse aus der Abteilung der Cäsalpineen, Palmen, Binsen und Gräser. Wer nicht des Glaubens ist, daß diese bedecktsamigen Blütenpflanzen erst in der mesozoischen Zeit erschaffen wurden, und wer nicht an das noch größere Wunder glaubt, daß sie aus den Gefäßkryptogamen, Cykadeen und Nadelhölzern hervorgegangen seien, kommt zu der Überzeugung, daß sie auch in der paläozoischen Zeit bereits vertreten gewesen sein müssen. Besonders hervorzuheben ist noch, daß man von Mittelstufen oder Übergangsformen, welche die oben aufgezählten bedecktsamigen Blütenpflanzen mit den nacktsamigen Blütenpflanzen oder mit den Gefäßkryptogamen verbinden würden, nicht die geringste Spur gefunden hat. Man erkennt sofort, daß das eine Blatt von einem Tulpenbaume, das zweite von einem Ahorne, das dritte von einem Feigenbaume, das vierte von einer Palme &c. herstammt; aber eine Pflanze, welche etwa als Bindeglied der Palmen oder Feigenbäume mit den Nadelhölzern oder Gefäßkryptogamen gedeutet werden könnte, ist nirgends nachgewiesen.

Der flüchtigste Blick auf die genannten Pflanzenformen zeigt, daß sie Bestandteile von Laub- und Mischwäldern waren. Es kann aber vorausgesetzt werden, daß gleichzeitig mit diesen Wäldern auch noch andere Pflanzengesellschaften die Erde bevölkerten. Die Felsterrassen und Geröllhalden sowie das ebene trockene Land waren gewiß nicht pflanzenleer. Daß sich von den an diesen Standorten gewachsenen Pflanzen keine fossilen Reste erhalten haben, darf nicht überraschen. Die Stauden und Kräuter des trockenen Bodens verwittern sofort, nachdem sie abgestorben sind, und was von ihnen übrigbleibt, ist formloser, der Erde beigemengter Humus. Von den Flechten und Moosen, Nelken und Korbblütlern, Steinbrechen und Fettpflanzen, welche gegenwärtig die Felsgesimse an den trockenen Abhängen der Berge schmücken, wird ebensowenig etwas im fossilen Zustande auf die Nachwelt kommen, wie von den Tulpen und Schwertlilien, Doldenpflanzen und Salzkräutern der Steppenflora, und wenn nach Millionen von Jahren aus dem Fehlen fossiler Reste dieser Pflanzen geschlossen werden sollte, daß sie in unserer Periode gar nicht vorhanden gewesen seien, so wäre das ein arger Irrtum. Ebenso unrichtig wäre es aber, wenn jemand aus dem Fehlen solcher Pflanzen in den Schichten früherer Perioden begründen wollte, daß sie damals nicht bestanden hätten. Dasselbe gilt auch von den meisten unter Wasser lebenden grünen, braunen und roten Lagerpflanzen und den zahllosen Verwesungspflanzen, welche die Zersetzung der tierischen und pflanzlichen Leichname unter und über Wasser zu besorgen haben und dadurch den ewigen Kreislauf des Lebens im Gange erhalten. Von den ersteren hat man nur die Diatomeen, deren Zellhaut sich in einen unverwüstlichen Kieselpanzer verwandelt, dann jene Florideen, welche sich ähnlich wie die Korallen mit einem Kalkgerüste versehen, und einige

derbe Tange im fossilen Zustande kennen gelernt. Es ist aber sehr beachtenswert, daß die zahllosen fossilen Diatomeen, welche im sogenannten Tripel auf uns gekommen sind, und die mannigfaltigen verkalkten Florideen, welche sich in den Bänken des Nulliporenkalkes erhalten haben, den noch jetzt lebenden täuschend ähnlich sehen, daß sich diese Stämme seit Äonen gleichgeblieben sind, und daß in keiner der älteren Schichten eine Form gefunden worden ist, welche als Übergang zu einem anderen Stamme gedeutet werden könnte. Von den zahlreichen Wasserpflanzen mit zarter Zellhaut, welche ebenso rasch vergehen, wie sie sich entwickeln, von den das Regenwasser und den Firn der Gletscher rot färbenden Sphaerella-Arten, den mikroskopischen Desmidiaceen, den grünen Fäden der Gattung Spirogyra und den merkwürdigen dunkelgrünen Schläuchen der Vaucheria, von welchen die Tafel in Band I, bei S. 22 eine Übersicht gibt, ebenso von den zarten Florideen, welche auf der Tafel in Band I, bei S. 547 abgebildet sind, kennt man mit Sicherheit keine fossilen Reste. Von Schwämmen sind einige holzige Polyporus-Arten auf uns gekommen und zwar in Formen, welche den jetzt an alten Baumstrünken lebenden sehr ähnlich sehen. Von Schimmelbildungen haben sich einige Arten im Bernstein erhalten. Es liegt mir ein Stück Bernstein vor, in welchem Insekten eingeschlossen sind; von einem Insekte geht ein Gespinst von Mycelfäden aus, welches zweifellos einem Schimmel angehört. Dieser Befund ist insofern sehr lehrreich, weil er zeigt, daß in der Tertiärzeit und gewiß auch in den früheren Perioden die Beziehungen der Verwesungspflanzen zu den Leichen der Tiere und Pflanzen dieselben waren wie heutzutage. Alle diese Erfahrungen zusammengehalten, ergeben, daß zarte Lagerpflanzen, deren Zellen nicht verkieseln und verkalken, oder welche nicht in Harz eingeschlossen werden, auch nicht im fossilen Zustande erhalten bleiben. Niemand aber wird aus diesem Ergebnisse den Schluß ziehen wollen, daß die Stämme, welchen solche zarte Gewächse angehören, in früheren Perioden nicht vertreten gewesen seien.

Vergleicht man, von den hier entwickelten Gesichtspunkten ausgehend, das Einst und Jetzt der Pflanzenwelt und zwar insbesondere im Hinblicke auf die Frage, ob die jetzt lebenden Stämme auch in früheren Perioden nebeneinander bestanden haben, oder ob sie im Laufe der Zeiten aus einem einzigen oder aus einigen wenigen durch Urzeugung entstandenen Lebewesen hervorgegangen sind, so wird man sich für das erstere entscheiden müssen. Die sogenannten „höheren“ Pflanzen sind nicht aus den sogenannten „niederen“ hervorgegangen, die Stämme der höheren und niederen Pflanzen lebten von jeher nebeneinander in Wechselbeziehungen, auf welchen die Möglichkeit und die Fortdauer des pflanzlichen Lebens beruht. Im Bereiche eines jeden Stammes fanden zu allen Zeiten Umgestaltungen statt. Es entstanden infolge der Kreuzung aus schon vorhandenen Arten neue Arten, beziehentlich neue Artengruppen. Von diesen erhielten sich diejenigen, welche mit den jeweiligen klimatischen Verhältnissen am besten im Einklange standen. Aber die Umgestaltung bei der Bildung neuer Arten ging niemals so weit, daß dadurch die Eigentümlichkeiten des Stammes verschwanden. Wir erkennen in den fossilen Lorbeerbäumen, Magnolien, Eichen, Palmen, Gräsern, Tannen, Schachtelhalmen, Farnen, Bärlappen, Florideen, Diatomeen und Schimmeln sofort die Voreltern jetzt lebender Arten. Das wäre nicht möglich, wenn durch die Veränderungen, welche die Arten erfahren haben, auch die Stammeseigentümlichkeiten verwischt worden wären.

Wenn ich nun an die Aufgabe herantrete, dasjenige, was die theoretischen Erwägungen ergeben haben, im einzelnen auszuführen, die verschiedenen von jeher nebeneinander bestehenden Stämme des Pflanzenreiches vorzuführen und durch Angabe der ihnen eigentümlichen Merkmale zu kennzeichnen, so verhehle ich mir nicht die großen Schwierigkeiten dieses Unternehmens. So wertvoll auch die Ergebnisse sind, welche Paläontologie, Morphologie

und Physiologie an die Hand geben, so bilden diese doch nur ein Stückwerk, und es gibt keine der drei genannten Wissenschaften die zur vollständigen Lösung der Aufgabe ausreichenden Anhaltspunkte. Eine der größten Schwierigkeiten ist die oben erwähnte Unvollständigkeit der fossilen Pflanzen. Es läßt sich aus den vorliegenden Resten zwar im allgemeinen feststellen, daß zahlreiche Stämme in der mesozoischen und paläozoischen Periode nebeneinander bestanden haben, aber für viele Stämme, welche heute ohne Übergänge nebeneinander leben, fehlen die Belege, und wenn wir das Vorhandensein dieser Stämme in früheren Perioden voraussetzen, so ist das zwar eine berechtigte Hypothese, aber kein Beweis. Wie gefährlich es anderseits ist, aus der Ähnlichkeit der Organe, welche an den jetzt lebenden Artengruppen beobachtet wird, auf die Zusammengehörigkeit zu schließen, wurde bereits früher erörtert (s. S. 596). Bis zu einem gewissen Grade stimmen alle Organe, welche eine gleiche Arbeit zu leisten haben, miteinander überein. Diese Übereinstimmung wird desto größer, je ähnlicher die Bedingungen sind, unter welchen die Arbeit von den betreffenden Organen geleistet wird. Arten der verschiedensten Stämme tragen, wenn sie unter Wasser leben, viele gemeinsame Merkmale zur Schau; die Gewächse, bei welchen die Übertragung der männlichen Geschlechtszellen durch die Luftströmungen erfolgt, zeigen viel Übereinstimmendes im Bau und in der Stellung der Blumen- und Pollenblätter. Ebenso bedingt die Form der blütenbesuchenden Tiere eine Menge übereinstimmender Merkmale der besuchten Blüten. Die mit Fegehaaren besetzten Griffel, welche bei den Proteaceen und dann wieder bei den Korbblütlern vorkommen, sowie gewisse Ausbildungen, welche an den von kleinen Fliegen besuchten Blüten der Aroideen und dann wieder bei den Aristolochineen angetroffen werden, mögen in dieser Beziehung als Beispiele erwähnt sein. Trotz dieser Bedenken ist selbstverständlich die Ähnlichkeit in dem Aufbaue und in der Gestalt der Organe, und zwar sowohl derjenigen, welche der Fortpflanzung, als auch jener, welche der Ernährung und dem Wachstume dienen, eingehend zu berücksichtigen. Diese Ähnlichkeit wird stets als ein wichtiger Maßstab bei der Abgrenzung der Stämme zu gelten haben.

Da in dem vorhergehenden Abschnitte begründet wurde, daß jeder Art ein Protoplasma mit spezifischer Konstitution zu Grunde liegt, so könnte die Frage aufgeworfen werden, ob nicht jeder Pflanzenstamm in dieser Beziehung etwas Gemeinsames an sich habe. So manche Wahrnehmungen sprechen entschieden für diese Auffassung. Daß die Schimmel, die Oscillarineen, die Tange, die Armleuchtergewächse ꝛc. einen wenn auch nach den Arten abgeänderten, aber im großen und ganzen doch übereinstimmenden Duft entwickeln, und daß man aus diesem Dufte bei jeder dieser Gruppen auf eine bestimmte Konstitution des Protoplasmas zurückzuschließen berechtigt ist, wurde wiederholt besprochen. Auch der Duft, welchen die Laubmoose entwickeln, kehrt bei keiner anderen Pflanzengruppe wieder. Dasselbe gilt von den Farnen. Die zarten Hymenophyllaceen der tropischen Gebiete entbinden bei dem Welken der Wedel denselben eigentümlichen Duft wie die großen Farne unserer Wälder. Die Nadelhölzer, die Doldenpflanzen, die Lippenblütler, die Schotengewächse oder Kreuzblütler zeigen ähnliche Verhältnisse. Ist es nicht auch eine auffallende Erscheinung, daß sich der schmarotzende Pilz Cronartium asclepiadeum sowohl auf Vincetoxicum officinale als auf Gentiana asclepiadea ansiedelt, also auf zwei Pflanzen, welche die Botaniker zwar in zwei Familien stellen, aber doch als zu einem Stamme gehörend betrachten! Diesen Erfahrungen ließen sich noch zahlreiche andere, namentlich mit Rücksicht auf die Auswahl der Pflanzennahrung von seiten der Tiere beifügen. Was wir aber in dieser Beziehung wissen, ist noch so lückenhaft und unsicher, daß vorläufig von einer Verwertung dieser Verhältnisse bei der Abgrenzung der Stämme nicht die Rede sein kann.

Von größter Bedeutung für die Abgrenzung der Pflanzenstämme ist die Fähigkeit der geschlechtlichen Vereinigung. *Pflanzenarten, welche sich geschlechtlich vereinigen*

können, gehören unzweifelhaft einem Stamme an. Gegen diesen Grundsatz wird sich nichts einwenden lassen, und wenn er durchgehends in Anwendung gebracht werden könnte, so wäre auch die Abgrenzung der Pflanzenstämme erledigt. Es knüpfen sich aber an diesen Satz sehr viele Aber und Wenn. Schon die Umkehrung des Satzes muß Bedenken erregen. Es ginge doch nicht an, zu behaupten, daß alle Pflanzen, welche sich nicht geschlechtlich vereinigen können, verschiedenen Stämmen angehören. Man hat ermittelt, daß Kreuzungen von Orchideen, welche alle Botaniker als Glieder verschiedener Gattungen ansehen, von Erfolg begleitet waren; anderseits hat sich aber auch ergeben, daß die Kreuzung sehr ähnlicher Arten aus der Familie der Doldenpflanzen zu keiner Fruchtbildung führt. Niemand wird es aber einfallen, daraus zu schließen, daß diese Doldenpflanzen verschiedenen Stämmen angehören. Wenn man erwägt, wie gering die Zahl der Blütenpflanzen ist, an welchen die Befruchtungsvorgänge bis jetzt beobachtet wurden, und wenn man berücksichtigt, daß die Befruchtung vieler Sporenpflanzen noch gänzlich unbekannt ist, so wird die Hoffnung, die in Rede stehenden Verhältnisse bei der Abgrenzung der Stämme benutzen zu können, sehr herabgestimmt. Indessen wäre es doch wieder zu weit gegangen, wollte man auf dieselben gar keine Rücksicht nehmen. Für die Sporenpflanzen, deren Befruchtung überhaupt genauer bekannt ist, sind sie, wie schon wiederholt angedeutet wurde, mehr als alles andere maßgebend, und auch für die phanerogamen Pflanzen wird sich im Gefolge weiterer Untersuchungen wohl irgend ein Maßstab finden lassen, welcher von der Fähigkeit der verschiedenen Formen, sich geschlechtlich zu verbinden, ausgeht. Vorläufig dürfte das Zweckmäßigste sein, *alle jene Arten, beziehentlich alle jene Artengruppen als zu einem Stamme gehörig zu betrachten, bei welchen die Geschlechtsorgane so übereinstimmend gebaut sind, daß die Möglichkeit einer geschlechtlichen Vereinigung vorausgesetzt werden kann.* Bei dem Festhalten an diesem Grundsatze sind zunächst alle jene Gattungen, welche von den Botanikern der neueren Zeit in eine Familie zusammengefaßt werden, als einem Stamme angehörend zu betrachten. Aber auch die in betreff der Fruchtanlage übereinstimmenden Familien werden noch als Angehörige desselben Formenkreises, beziehentlich desselben Stammes anzusehen sein.

Um über die vielen Pflanzenstämme eine Übersicht zu gewinnen, empfiehlt es sich, dieselben auf Grund hervorstechender gemeinsamer Merkmale aneinander zu reihen und zu gruppieren. Das Nächstliegende ist, daß mit Stämmen begonnen wird, welchen die Pflanzen mit sehr einfacher Organisation angehören, und daß jene Stämme, deren Angehörige einen sehr komplizierten Aufbau zeigen, den Schluß bilden. Diese Reihenfolge soll aber nicht die Vorstellung erwecken, daß die letzten sich aus den ersten entwickelt haben. Sie hat lediglich die Bedeutung der Übersichtlichkeit, und es muß hier zur Vermeidung von Mißverständnissen ausdrücklich die Erklärung abgegeben werden, daß diese Gruppierung der Stämme eine künstliche ist.

Die nun folgende Übersicht des Gewächsreiches, welche den im vorhergehenden mitgeteilten Erfahrungen und den daraus entwickelten Vorstellungen über die Geschichte und die Wechselbeziehungen der Pflanzenstämme Rechnung trägt, macht weder Anspruch auf Vollständigkeit, noch auf Unfehlbarkeit. Was an ihr unvollständig ist, wird mit der Erweiterung der paläontologischen, morphologischen und physiologischen Kenntnisse eine Ergänzung finden; die Irrtümer, zumal jene, welche die Stellung einzelner Familien betreffen, mögen im Hinblicke auf die Schwierigkeit, die überwältigende Menge der Einzelbeobachtungen zu sichten, entschuldigt werden. Wollte man abwarten, bis alles Zweifelhafte erledigt wäre, so müßte man überhaupt den Versuch, eine übersichtliche Darstellung des ganzen Pflanzenreiches zu geben, unterlassen. Wenn irgendwo, so paßt hier das geflügelte Wort: der Naturforscher müsse den Mut haben, zu irren!

Erste Abteilung der Pflanzenstämme: Kryptogamen oder Sporenpflanzen.

1. Reihe. Kryptogamen ohne Gefäßbündel: Lagerpflanzen oder Thallophyten.

1. Gruppe: Thallophyten, welche der zur Kohlenstoffassimilation notwendigen Farbstoffe entbehren und unter dem Namen Pilze begriffen werden.

1. Stamm: Myxomycetes, Schleimpilze.

Verwesungspflanzen, die auf morschem Holzwerke, abgestorbenen Halmen, Laubblättern und Nadeln sowie auf formlosem Humus leben, seltener Schmarotzer, welche frische grüne Pflanzen überfallen. Das Protoplasma scheidet keinen Zellstoff ab. Wenn Häute gebildet werden, so bestehen diese nicht aus Zellstoff, sondern sind nur als erhärtetes Protoplasma anzusehen. Auch die Haut der Sporen ist verhärtetes Protoplasma. Wenn eine Spore keimt, so reißt die Haut auf und es schlüpft aus ihr ein schleimiger, im Wasser schwimmender oder auf feuchter Unterlage herumkriechender Protoplast hervor, welcher Myxamöbe genannt wird. Die Myxamöbe nimmt bei den kriechenden, durch Vorstrecken und Einziehen einzelner Teile ihres Leibes vollführten Bewegungen Nahrung aus der Umgebung auf, wächst und kann sich durch Zerstückelung vervielfältigen. Die Vereinigung und Verschmelzung mehrerer Myxamöben zu einem Körper wird als Befruchtung aufgefaßt, und der durch die Verschmelzung entstandene, unter dem Namen Plasmodium bekannte Körper ist als Frucht zu bezeichnen. Aus dem Plasmodium geht eine neue Generation hervor, welche Äthalium genannt wird. Diese nimmt bei den verschiedenen Arten sehr mannigfaltige Gestalten an (s. Abbildung, S. 485). Ein Teil des Protoplasmas erhärtet und bildet die Kruste eines von der Unterlage sich erhebenden Körpers; ein Teil formt sich zu Sporen, welche ein dunkles Pulver darstellen, und in den meisten Fällen entsteht innerhalb der Kruste auch noch ein Gerüste aus Rippen und Spangen und ein Netzwerk aus zarten Fäden, welches als Kapillitium angesprochen wird. Die Sporen gehen bei der geringsten Erschütterung als Staub in die Luft über und keimen, sobald sie auf eine geeignete Unterlage gelangen, womit der Entwickelungsgang von neuem beginnt. Unter ungünstigen äußeren Verhältnissen erhärtet das ganze Protoplasma eines Plasmodiums und wird zu einem sogenannten Sklerotium. Sobald aber die Verhältnisse für die weitere Entwickelung wieder günstig werden, gestaltet sich dasselbe neuerdings zu einer schleimigen Masse.

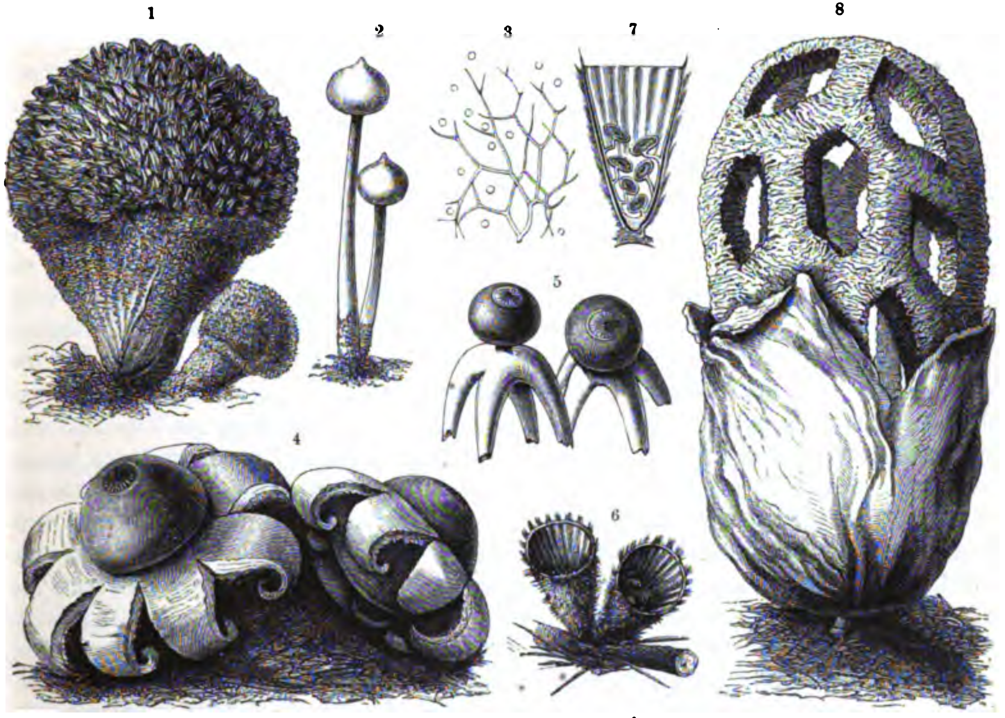
Fossile Schleimpilze sind nicht bekannt. Die Zahl der lebenden, bis jetzt bekannt gewordenen Arten beträgt ungefähr 450.

2. Stamm: Gasteromycetes, Bauchpilze, Boviste.

Umfaßt die Familien: Phallaceae, Lycoperdaceae, Nidulariaceae.

Verwesungspflanzen, welche sich von dem Moder und Humus im Grunde der Wälder, Wiesen und Grasfluren ernähren. Die Haut, mit welcher sich das lebende Protoplasma umgibt, besteht vorwaltend aus stickstoffhaltigen Bestandteilen. Aus der keimenden Spore wächst eine Hyphe hervor, d. h. eine dünnwandige, schlauchförmige Zelle, welche die Gestalt eines Fadens hat. Diese Hyphe zeigt Spitzenwachstum, und es schieben sich hinter der fortwachsenden Spitze Scheidewände in dieselbe ein. Auch verzweigt sie sich, und die Hyphenäste verbinden sich durch Anastomosen. Das auf diese Weise entstandene Gespinst aus Hyphen, welches den Humus durchzieht und die Ernährung besorgt, wird Mycelium genannt. Das Mycelium der Gasteromyceten erscheint verfilzt in Form von weißen Flocken, Fransen und Strängen. Die Befruchtung ist unbekannt, doch findet sie wahrscheinlich unterirdisch durch eine Verbindung besonderer Hyphenfäden statt. Aus dem Mycelium erhebt sich eine als „Fruchtkörper“ angesprochene Generation über die Erde, welche sich in ein äußeres und inneres Hyphengeflecht scheidet. Das äußere Hyphengeflecht bildet eine

hautartige, lederige, pergamentartige oder papierartige Hülle (Peridie), das innere Hyphengeflecht ist anfänglich sehr weich und wasserreich, und es entstehen in ihm Hohlräume und Kammern. Hier werden auch die Sporen und zwar durch Abgliederung von den Enden der Hyphen ausgebildet. Diese Enden der Hyphen zerfließen und wandeln sich in eine süß schmeckende Flüssigkeit um, in welcher die Sporen schwimmen, oder es bleibt jener Teil des Hyphengeflechtes, welcher die Kammern umgab, in Form linsenförmiger oder ballenförmiger, mit Sporen erfüllter Körper zurück, während der andere Teil des Hyphengeflechtes aufgelöst wird, oder endlich, es bildet



Gasteromyceten (Bauchpilze): 1. Lycoperdon constellatum. — 2. Tulostoma mammosum. — 3. Kapillitium mit dazwischen liegenden Sporen von Tulostoma mammosum. — 4. Geaster multifidus. — 5. Geaster fornicatus. — 6. Cyathus striatus. — 7. Längsschnitt durch diesen Gasteromyceten. — 8. Clathrus cancellatus. — Fig. 3: 80fach, Fig. 7 um die Hälfte vergrößert, die anderen Figuren in natürlicher Größe.

sich aus einem Teile des inneren Hyphengeflechtes ein trockener Filz aus verästeten Fäden, in welchem die Sporen eingebettet sind, und welcher Kapillitium genannt wird (s. obenstehende Abbildung, Fig. 3). Damit die Sporen verbreitet werden können, muß die Peridie sich öffnen. In dem einen Falle erhebt sich aus der geöffneten fleischigen Peridie ein sehr verschieden ausgestalteter Sporenträger, welcher die süße Flüssigkeit und mit ihr die Sporen den Fliegen und anderen zur Verbreitung berufenen Insekten anbietet (Phallaceen, z. B. Clathrus; s. Fig. 8), in einem anderen Falle sind die Sporen in Gehäusen eingeschlossen, welche die Gestalt von Bohnen, Eiern oder kugeligen Ballen haben, und diese werden auf die mannigfaltigste Weise aus der geöffneten Peridie ausgeworfen (Nidulariaceen, z. B. Cyathus; s. Fig. 6 u. 7), und in einem dritten Falle öffnet sich die Kuppel oder der Scheitel der ausgetrockneten Peridie, die Sporen stäuben bei der geringsten Erschütterung aus der Öffnung hervor und werden durch Luftströmungen verbreitet (Lycoperdaceen, z. B. Lycoperdon, Tulostoma, Geaster; s. Fig. 1, 2, 4 und 5). Fossile Gasteromyceten sind nicht bekannt. Zahl der jetzt lebenden Arten ungefähr 700.

3. Stamm: **Lepromycetes**, **Ausschlagspilze.**

Umfaßt die Familien: Ustilaginaceae (Brandpilze) und Uredinaceae (Rostpilze).

Schmarotzerpflanzen, welche in dem Gewebe grüner assimilierender Pflanzen leben und sich auf diesen mittels Sporidien ansiedeln. Die auf eine zusagende Wirtpflanze gelangte Sporidie treibt in das zur Unterlage dienende Gewebe eine Hyphe, welche zu einem Mycelium heranwächst. Die Fäden des Myceliums durchziehen die Zwischenzellenräume der Wirtpflanze, sind gefächert und entwickeln Saugkolben (Haustorien), welche sich in die angrenzenden Zellen eindrängen. Die Befruchtung ist unbekannt. Die Vermehrung findet in folgender Weise statt: Im Gewebe der Wirtpflanze und zwar dicht unter der Oberhaut entstehen an den Enden der Mycelfäden dunkle Sporen. Die Oberhaut der Wirtpflanze bricht auf, und die an der Aufbruchstelle zum Vorscheine kommenden und sich abgliedernden Sporen werden durch Luftströmungen verbreitet. Aus jeder Spore, wenn sie auf feuchte Erde gelangt, geht eine schlauchförmige Zelle hervor, welche Spitzenwachstum zeigt. Nach wiederholter Einschaltung von Querwänden entsteht aus ihr ein gegliederter Faden, welcher den Namen Promycelium führt. Einzelne Glieder des Promyceliums lösen sich ab oder sie sacken sich aus, und es wird an dem Ende der Aussackung eine Zelle abgegliedert. Die von dem Promycelium abgelösten Zellen, welche man Sporidien nennt, werden ebenso wie die Sporen durch Luftströmungen verbreitet, gelangen auf grüne Wirtpflanzen, keimen auf ihnen, und so beginnt der soeben geschilderte Entwickelungsgang wieder von neuem. Insoweit stimmen alle Lepromyceten miteinander überein. Bei den Brandpilzen (Ustilaginaceen) sowie bei mehreren Rostpilzen (Uredinaceen), z. B. bei **Puccinia Malvacearum, Prunorum** und **Veronicarum**, kommt es nur zur Bildung der aus der aufgerissenen Oberhaut der Wirtpflanze hervordrängenden Sporen (Brandsporen bei den Brandpilzen, Teleutosporen bei den Rostpilzen) und daraufhin zur Bildung von Sporidien an dem Promycelium. Bei den meisten Rostpilzen beobachtet man aber überdies noch zwei, ja selbst drei weitere sporenbildende Entwickelungsstufen. Bei dem auf den Rosen schmarotzenden **Phragmidium subcorticium** entwickeln sich aus den Mycelien „Teleutosporen“, welche mehrzellig sind und daher richtiger als Thallidien angesprochen werden sollten. Diese fallen ab, und aus einer ihrer Zellen geht ein Promycelium hervor, von welchem Sporidien abgegliedert werden. Diese Sporidien keimen und werden zu Ausgangspunkten eines Myceliums, welches im Gewebe der Wirtpflanze in eigentümlichen, von einer Peridie austapezierten Vertiefungen Äcidiosporen ausbildet. Man nennt nämlich diese Vertiefungen, welche mit zahllosen, in perlschnurförmigen Reihen abgegliederten Sporen erfüllt sind, Äcidien. Die Äcidiosporen gelangen nun auf eine grüne Wirtpflanze, entwickeln dort ein Mycelium, und von diesem werden wieder Teleutosporen ausgebildet. **Puccinia graminis** entwickelt aus dem in den grünen Grasblättern schmarotzenden Mycelium zunächst einzellige Sporen, welche Uredosporen genannt werden, etwas später an derselben Stelle Thallidien, beziehentlich „Teleutosporen“, welche zweizellig sind. Aus diesen geht ein Promycelium hervor, von welchem Sporidien abgegliedert werden. Diese Sporidien kommen wieder auf eine grüne Wirtpflanze und entwickeln in deren Gewebe ein Mycelium, von welchem zuerst auf der oberen Seite des befallenen Laubblattes kleine urnenförmige Vertiefungen ausgebildet werden, die man Spermogonien nennt. In diesen werden von den reihenweise geordneten Enden der Hyphen stäbchenförmige Zellen gebildet, die man Spermatien genannt hat. Bald darauf entstehen an der unteren Seite derselben Laubblätter etwas größere urnenförmige Äcidien, in welchen die Äcidiosporen entstehen (s. S. 22). Und diese Äcidiosporen bilden wieder die Keime für ein Mycelium, das neuerdings mit der Ausbildung von Uredosporen beginnt. Bei **Puccinia graminis** folgen demnach aufeinander 1) Uredosporen, 2) Thallidien (Teleutosporen),

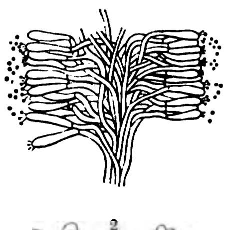
3) Sporidien, 4) Spermatien, 5) Äcidiosporen. Es ist noch zu bemerken, daß diese Puccinia graminis zweierlei Wirtpflanzen bewohnt. Das Mycelium, von welchem die Uredosporen und die Thallidien ausgehen, schmarotzt in den Laubblättern der Gräser, das Mycelium, von welchem die Spermatien und Äcidiosporen ausgehen, schmarotzt an den Laubblättern des Sauerdornes (Berberis vulgaris). Einen solchen Wechsel der Wirtpflanzen beobachtet man bei zahlreichen Uredineen. Besonders erwähnenswert ist der durch die Abbildung S. 514 erläuterte Wechsel bei Gymnosporangium. Das Mycelium von Gymnosporangium, welches in dem Stamme der Nadelhölzer schmarotzt, entwickelt Uredo- und Teleutosporen, welche einander sehr ähnlich sehen. Aus einer Teleutospore geht ein Promycelium hervor, von welchem Sporidien ausgebildet werden. Die Sporidien siedeln sich nun auf den Laubblättern verschiedener Pomaceen, namentlich der Birnbäume, der Felsenmispel und des Vogelbeerstrauches, an, und auf diesen Blättern entsteht dann jenes Äcidium, welches die Botaniker früherer Zeiten Roestelia genannt haben, und welches auf S. 514 abgebildet ist. Aus diesen Äcidien gehen wieder Sporen hervor, welche sich auf Nadelhölzern ansiedeln. Die auf den grünen Blättern der Wirtpflanzen zum Vorscheine kommenden Äcidien sowie die in Gruppen und Häufchen vereinigten Brandsporen, Uredosporen und Thallidien machen den Eindruck von Ausschlagskrankheiten und wurden früher als „Exantheme" bezeichnet und beschrieben. Auch der Name Lepromyceten ist im Hinblicke auf diese Erscheinungsweise gewählt. Mehrere Lepromyceten veranlassen Krebse und Hexenbesen (s. S. 513 und Abbildung, S. 514, 516 und 519). Man kennt einige fossile Lepromyceten aus der Tertiärzeit. Die Zahl der bisher bekannt gewordenen lebenden Arten beträgt ungefähr 1600.

4. Stamm: Hymenomycetes, Hautpilze, Schwämme.

Umfaßt die Familien: Tomentellaceae, Auriculariaceae, Tremellinaceae, Telephoraceae, Clavariaceae (Keulenschwämme), Hydnaceae (Stachelschwämme), Agaricaceae (Blätterschwämme), Meruliaceae (Rippenschwämme), Polyporaceae (Röhrenschwämme).

Verwesungspflanzen, welche sich von dem Humus im Grunde der Wälder und Wiesen ernähren, auch auf Dünger und Baumleichen leben und bisweilen als Schmarotzer grüne lebende Pflanzen aussaugen und zerstören. Das Mycelium besteht aus zahlreichen Fäden, welche zu weißen Flocken und Strängen verfilzt und verflochten sind. Bisweilen sind die aus Mycelfäden gebildeten Stränge schwarz oder braun berindet und haben ein wurzelartiges Ansehen. Diese ehemals unter dem Namen Rhizomorpha beschriebenen Gebilde werden jetzt als Dauermycelien oder Sklerotien aufgefaßt. Die Befruchtung ist unbekannt. Wahrscheinlich findet sie unterirdisch durch irgend eine Verbindung besonderer Hyphenfäden statt. Aus dem Mycelium geht eine Generation hervor, welche die Sporen ausbildet. Dieselbe nimmt sehr verschiedene Gestalten an. Sie hat bald die Form eines auf dem Mycelium ruhenden Lagers, bald die Form von Lappen, Keulen und Korallenstöcken, bald wieder von Hüten, welche von einem Strunke getragen werden. Diese mannigfaltig gestalteten Sporenträger wurden früher „Fruchtkörper" genannt. Die Sporenträger sind an der Oberfläche entweder vollständig oder teilweise weiß, gelb, braun, rot, violett, blau, grün, grau und schwarz gefärbt (s. die Tafel „Blätter- und Röhrenschwämme" bei S. 485), aber die Stoffe, welche diese Farben veranlassen, befähigen die betreffenden Gebilde nicht zur Assimilation. An bestimmten Stellen der Oberfläche dieser Gebilde entsteht das Hymenium. Dieses wird von den Enden der Hyphen gebildet und besteht erstens aus den Basidien, das sind quergeteilte oder ungeteilte und keulenförmige Zellen, von deren pfriemenförmigen Ausstülpungen (Sterigmen) je eine Spore abgegliedert wird (s. Abbildung, S. 608, und die Abbildung auf S. 21, Fig. 7), dann noch aus stäbchenförmigen Paraphysen und bisweilen aus blasenförmigen sogenannten Cystiden. Als Träger des Hymeniums erscheinen Keulen, Zacken, Stacheln,

Blätter, Rippen und Röhrchen, welche in einer für jede Formengruppe bestimmten Weise auf dem Sporenträger verteilt und geordnet sind und zu den für diese Formengruppen gewählten deutschen Namen: Keulenschwämme, Stachelschwämme, Blätterschwämme, Rippenschwämme und Röhrenschwämme Veranlassung gegeben haben. Auf S. 21 erscheint als Vorbild der Keulenschwämme (Clavariaceen) **Clavaria aurea** (Fig. 1), als Vorbild der Stachelschwämme (Hydnaceen) **Hydnum imbricatum** (Fig. 8), als Vorbild der Blätterschwämme (Agaricaceen) **Amanita phalloides** (Fig. 6) und zwei Arten der Gattung **Marasmius** (Fig. 3 und 4), als Vorbild der Rippenschwämme (Meruliaceen) **Merulius lacrymans** (Fig. 2) und als Vorbild der Löcherschwämme (Polyporaceen) **Polyporus perennis** (Fig. 9) abgebildet. Die Sporenträger vieler Hymenomyceten werden gegessen. Mehrere Blätterschwämme, welche man in die Gattung **Lactarius** zusammenfaßt, enthalten Milchsaft, der bald weiß, bald gelb, bald mennigrot oder orange gefärbt ist. Der Milchsaft des als wohlschmeckender Speiseschwamm bekannten **Lactarius deliciosus** ist orange, verfärbt sich aber an der Luft und erscheint dann schmutzig spangrün. Sehr auffallend ist das Verfärben der giftigen Röhrenschwämme **Boletus Satanas, luridus, erythropus, pachypus** &c. Sobald man den Hut oder Strunk derselben durchschneidet, wird die anfänglich weiße Schnittfläche in kürzester Zeit bläulich. Die Hüte der zu den Blätterschwämmen gehörenden Gattung **Coprinus** zerfließen nach dem Ausstreuen der Sporen und bilden eine breiartige schwarze Masse. Die Hüte der zu den Blätterschwämmen gehörenden Arten der Gattung **Marasmius** (s. Abbildung, S. 21, Fig. 3 und 4) schrumpfen, nachdem die Sporen ausgestreut wurden, erhalten sich aber bis in das nächste Jahr. Auf dieselbe Weise erhalten sich die lederigen oder holzigen Hüte der Röhrenschwämme (s. Abbildung, S. 21, Fig. 9). Die Hüte mehrerer Röhrenschwämme, für welche der auf der Tafel „Blätter- und Röhrenschwämme" bei S. 485 abgebildete Zunderschwamm **Polyporus fomentarius** als Vorbild dienen kann, erhalten sich sogar viele Jahre hindurch und vergrößern sich, indem in jeder Vegetationsperiode immer neue Schichten von Röhrchen an die schon vorhandenen angelegt werden. Von diesen holzigen Röhrenschwämmen haben sich auch mehrere in fossilem Zustande in den Schichten der tertiären Periode erhalten. Die Zahl der bis jetzt bekannten lebenden Arten beträgt ungefähr 5000.





1. Lamelle eines Blätterschwammes mit Basidien, im Querschnitte. — 2. Ein Teil davon stärker vergrößert. Die an den Basidien ausgebildeten Sporen haben sich zum Teile schon abgelöst, zum Teile sitzen sie noch an den pfriemenförmigen Fortsätzen der Basidien, den sogenannten Sterigmen. — Fig. 1: 200fach, Fig. 2: 500fach vergrößert. Vgl. Text, S. 607.

5. Stamm: Hygromycetes, Hygromyceten.

Umfaßt die Familien: Chytridiaceen, Saprolegniaceen (Wasserschimmel), Peronosporaceen.

Verwesungspflanzen und Schmarotzer von schimmelartigem Ansehen. Die Fäden des Myceliums sind gesondert oder nur locker versponnen. Wenn die Mycelfäden durch die Zwischenzellenräume grüner Pflanzenteile wachsen, ernähren sie sich mittels besonderer Saugkölbchen (Haustorien, s. Abbildung, Band I, S. 152, Fig. 1). Sie zeigen einen Generationswechsel. Die Befruchtung erfolgt durch Konjugation zweier verschieden gestalteter Zellen (Antheridium und Oogonium). Ein von dem Antheridium ausgehender, die Wand des Oogoniums durchbohrender Fortsatz geleitet das Spermatoplasma zu dem Ooplasma (s. Abbildung, S. 53, Fig. 31, und S. 474, Fig. 2). Die ungeschlechtliche Vermehrung findet durch bewimperte, sich im Wasser bewegende

Schwärmsporen statt, welche durch Zerstückelung des Protoplasmas in besonderen Zellenräumen entstanden und aus diesen Zellenräumen ausgeschlüpft sind (s. Abbildung, S. 17, Fig. 1—7, S. 53, Fig. 5, und S. 474, Fig. 1). Die Schwärmsporen sind bei den Chytridiaceen mit einer (s. Abbildung, Band I, S. 157, Fig. 4), bei den Saprolegniaceen und Peronosporaceen mit zwei Wimpern versehen. Außer dieser ungeschlechtlichen Vermehrung mittels Schwärmsporen kommt bei den Peronosporaceen auch noch die Abgliederung von wimperlosen Sporen vor, welche durch Luftströmungen verbreitet werden. Die den Weinbau benachteiligende, auf Vitis vinifera schmarotzende Peronospora viticola ist auf S. 53 abgebildet. Zu den Peronosporaceen gehört auch Phytophthora infestans, ein Schmarotzer, welcher die Kartoffelfäule veranlaßt. In die Familie der Wasserschimmel (Saprolegniaceen) gehört unter anderm Achlya prolifera (s. Abbildung, S. 17, Fig. 1—4), welche sich an den Kiemen der Fische ansiedelt und den Tod dieser Tiere verursacht. Fossile Hygromyceten sind nicht bekannt geworden. Die Zahl der jetzt lebenden, bisher unterschiedenen Arten beträgt ungefähr 310.

6. Stamm: Euromycetes, Euromyceten.

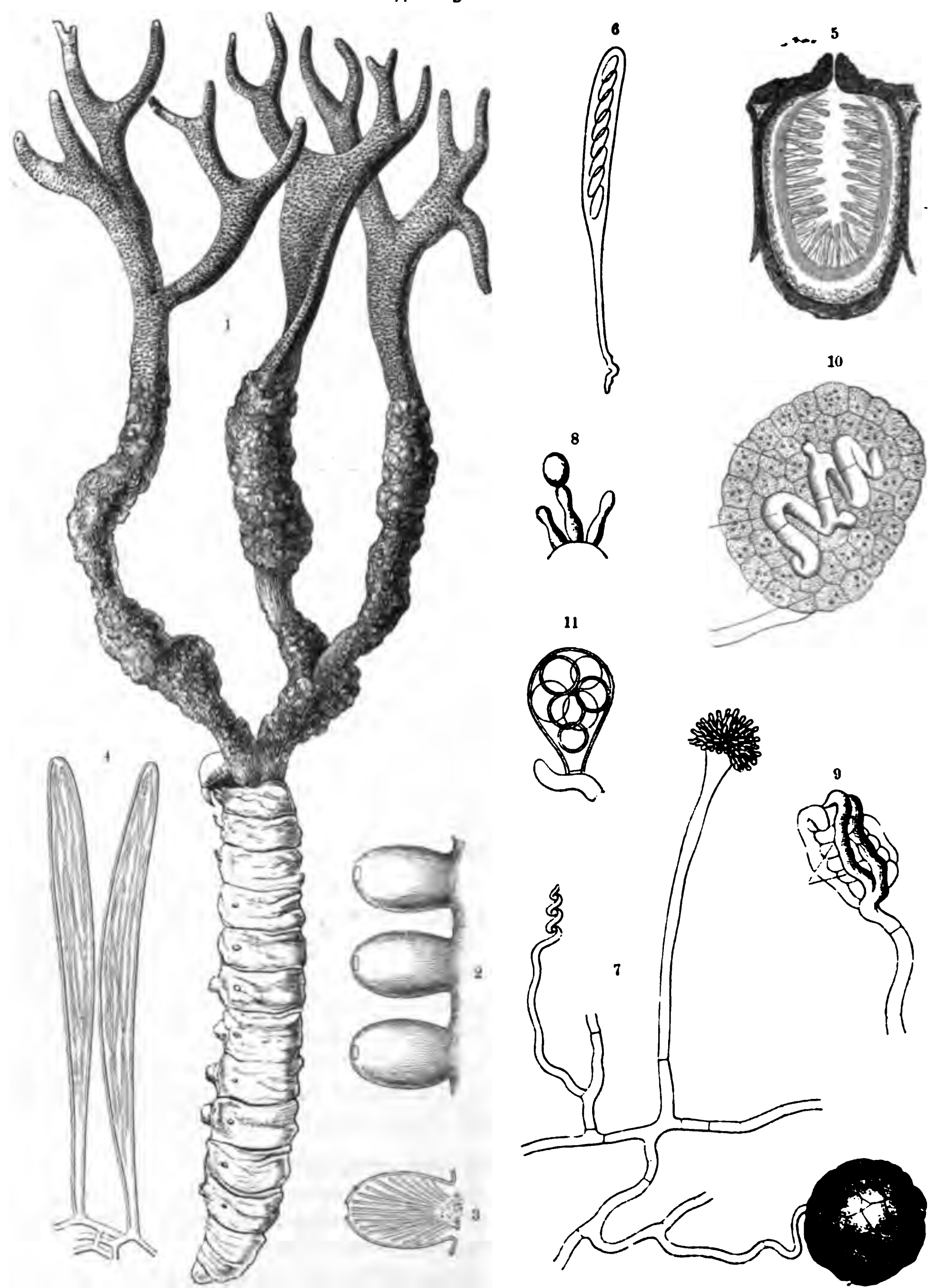
Umfaßt die Familien: Mucoraceae, Entomophthoraceae, Piptocephalidaceae.

Verwesungspflanzen und Schmarotzer von schimmelartigem Ansehen. Das Mycelium besteht aus gesonderten, wenig verästeten und durch Scheidewände nur spärlich gegliederten farblosen Fäden, welche sich mannigfaltig kreuzen und lockere Gespinste auf der verwesenden Unterlage bilden. Sie zeigen einen Generationswechsel. Die Befruchtung erfolgt durch Konjugation. Die sich verbindenden Zellen stimmen in ihrer Form und Größe miteinander überein. Die Frucht ist eine Jochfrucht (s. Abbildung, S. 50, Fig. 1—4, und S. 475, Fig. 3). Die ungeschlechtliche Vermehrung findet durch Sporen statt, welche sich von den Enden der Hyphenfäden abgliedern oder in einer vergrößerten, an dem Ende eines aufrechten Fadens ausgebildeten Zelle durch Zerstückelung des protoplasmatischen Inhaltes entstehen. Diese Sporen sind wimperlos (s. Abbildung, S. 475, Fig. 1 und 2). Wenn sich die Mycelien unter Verhältnissen befinden, welche es ihnen unmöglich machen, freien atmosphärischen Sauerstoff zu atmen, so nehmen sie die sogenannte Sproßform an. Es entsteht Mukorhefe, welche den zu ihrer Entwickelung nötigen Sauerstoff der umgebenden Flüssigkeit entzieht und dadurch Gärungserscheinungen hervorruft. Die Mucoraceen leben auf Dünger, Früchten, Fruchtsäften, Brot und dergleichen; die Piptocephalideen schmarotzen auf den Mycelfäden von Mucoraceen, die Entomophthoraceen sind Schmarotzer, welche Insekten befallen und diese töten. Die bekannteste Art ist der Fliegenschimmel (Empusa Muscae), von welcher in einem späteren Kapitel nochmals die Rede sein wird. Die Schimmelbildungen auf den im Bernstein eingeschlossenen Insekten gehören wahrscheinlich hierher. Die Zahl der jetzt lebenden, bisher bekannt gewordenen Arten beträgt ungefähr 220.

7. Stamm: Ascomycetes, Schlauchpilze.

Umfaßt die Familien: Erysipheaceae (Meltaue), Aspergillaceae, Tuberaceae, Pyrenomycetaceae (Kernpilze einschließlich der angiokarpen Flechten), Discomycetaceae (Scheibenpilze, einschließlich der gymnokarpen Flechten), Exoascaceae, Saccharomycetaceae (Hefepilze).

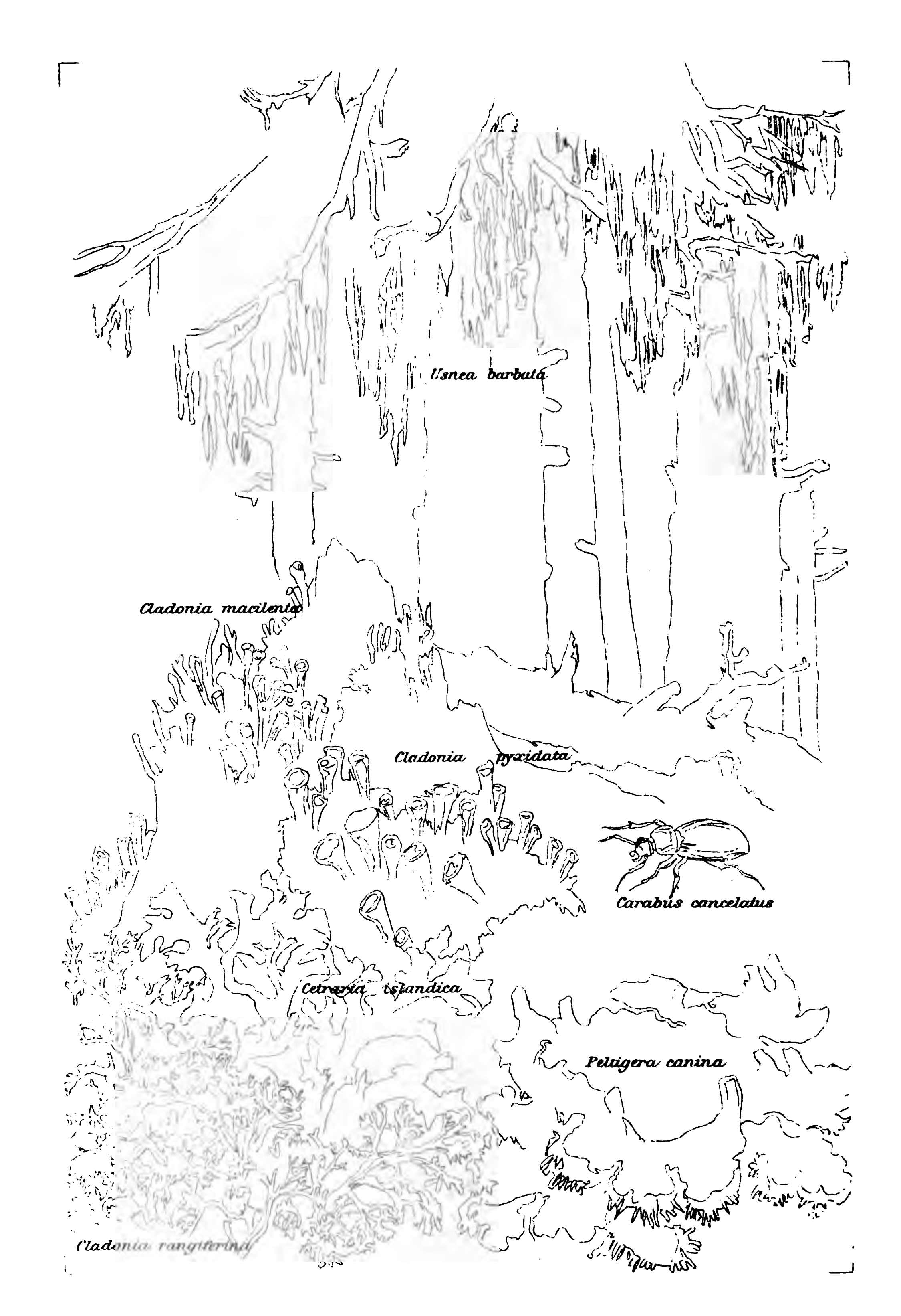
Verwesungspflanzen und Schmarotzer. Viele bilden mit Cyanophyceen und mit anderen zur Kohlenstoffassimilation befähigten Gewächsen Ernährungsgenossenschaften (s. Band I, S. 226 und 227). Die Fäden des Myceliums sind kurz gegliedert und vielfach verzweigt, zu Gespinsten, Flocken, Strängen, Lappen, häutigen und krustenförmigen Überzügen vereinigt. Von den Hyphenfäden der schmarotzenden Meltaue gehen Saugkolben aus, welche sich in die Zellen des Wirtes einsenken (s. Abbildung, Band I, S. 152, Fig. 2). In manchen Fällen entsteht auch ein festes Dauermycelium oder Sklerotium (siehe



Schlauchpilze: 1. Cordyceps Taylori, ein Pyrenomycet, dessen Mycelium in Raupen lebt. Der geweihförmige Träger der Perithecien, welcher aus den befallenen Raupen hervorwächst, ist so wie die Raupe bis zur Mitte in der Erde verborgen. — 2. Perithecien des Cordyceps Taylori. — 3. Ein solches Perithecium im Längsschnitte. — 4. Zwei Schläuche aus einem Perithecium. Dieselben enthalten fadenförmige Sporen. — 5 Längsschnitt durch das Perithecium des Pyrenomyceten Xylaria hypoxilon. — 6. Ein Schlauch aus diesem Perithecium. — 7. Mycelium der Erysipheacee Eurotium, an welchem ein Sporenträger, eine Fruchtanlage und ein kugeliges Perithecium ausgebildet sind. — 8. Abgliederung von Sporen bei Eurotium. — 9. Befruchtung. Das schraubenförmige Askogon von dem Pollinodium umklammert. — 10. Längsschnitt durch die Frucht. – 11. Einzelner Schlauch aus dem Perithecium. — Fig. 1 in natürlicher Größe; Fig. 2, 3, 5: 50–90fach; Fig. 4, 6: 500fach; Fig. 7: 190fach; Fig. 8—11: 250fach vergrößert. Vgl. Text, S. 611 und 612.

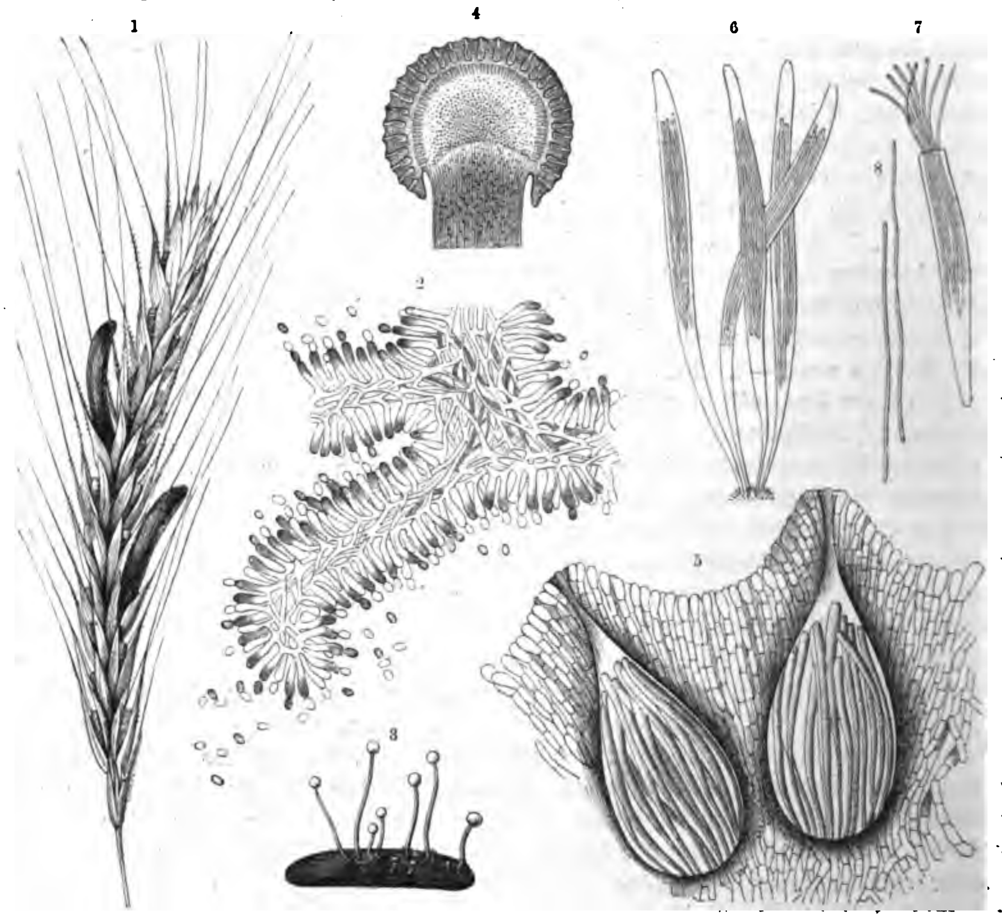


LAUB- UND STRAUCHFLECHTEN.


Usnea barbata
Cladonia macilenta
Cladonia pyxidata
Carabus cancelatus
Cetraria islandica
Peltigera canina
Cladonia rangiferina

Abbildung, S. 612, Fig. 1). Die **Befruchtung** wurde bisher nur bei wenigen Arten beobachtet. Bei diesen sah man sie **durch Verschlingung zweier schlauchförmiger, krallenförmig gebogener oder schraubig gedrehter Aussackungen des Myceliums** zu stande kommen, von welchen jene, die das Ooplasma enthält, Askogon, jene, die das Spermatoplasma birgt, Pollinodium genannt wurde (s. Abbildung, S. 18, Fig. 6, und S. 610, Fig. 9). Das befruchtete Askogon, beziehentlich die Frucht (Fig. 10), bildet den Ausgangspunkt für eine ungeschlechtliche Generation. Für diese ungeschlechtliche Generation, welche übrigens auch in jenen Fällen beobachtet wird, wo man eine Befruchtung bisher nicht nachweisen konnte, sind eigentümliche Zellen sehr bezeichnend, welche man **Schläuche** (Asci) genannt hat. **Die Schläuche zeigen ein begrenztes Wachstum, sind nicht gefächert, und es entstehen durch Zerstückelung ihres protoplasmatischen Inhaltes Sporen (Askosporen).** Sie haben bald die Form einer kugeligen oder ellipsoidischen Blase (s. S. 610, Fig. 11, und S. 613, Fig. 7), bald die eines langen Blindsackes (s. Abbildung, S. 18, Fig. 7; S. 19, Fig. 2; S. 610, Fig. 4 und 6; S. 612, Fig. 6). Auch die Form der in den Schläuchen sich ausbildenden Sporen ist sehr verschieden. In manchen Fällen sind sie kugelig (s. Abbildung, S. 610, Fig. 11), in anderen ellipsoidisch (s. Abbildung, S. 610, Fig. 6) und bisweilen auch fadenförmig (s. Abbildung, S. 610, Fig. 4, und S. 612; Fig. 6—8). Ihre Zahl wechselt von 2—8. Bei einigen Schlauchpilzen sind die Schläuche von einer aus dicht verschlungenen Hyphenfäden gebildeten derben Hülle rings umgeben (Tuberaceae, Erysipheaceae; s. Abbildung, S. 613, Fig. 1), bei anderen finden sie sich büschelförmig gruppiert im Grunde tief ausgehöhlter Urnen, die man Perithecien und Pyrenien genannt hat (Pyrenomycetaceae; s. Abbildung, S. 610, Fig. 2, 3 und 5; S. 612, Fig. 4 und 5), oder sie sind auf dem Boden seichter Vertiefungen und auf flachen Schüsseln und Scheiben wie die Stoppeln auf einem Felde geordnet und werden bei einigen Formengruppen Apothecien geheißen (Discomycetaceae; s. Abbildung, S. 19, Fig. 2, u. S. 613, Fig. 2), oder endlich man findet sie frei, unbedeckt und regellos auf dem Lager zerstreut (Exoascaceae, Sacharomycetaceae; s. Abbildung, S. 613, Fig. 7). Bei den Scheibenpilzen (Discomycetaceae) sind zwischen den Schläuchen auch dünne Fäden, sogenannte Paraphysen, eingeschaltet (s. Abbildung, S. 19, Fig. 2, und S. 610, Fig. 5). Die Gehäuse und Urnen, welche Schläuche bergen, sowie die Lappen und Scheiben, welche mit unbedeckten Schläuchen besetzt sind, werden von sehr mannigfach geformten Hyphengeflechten getragen. Bei den Lorcheln und Morcheln und überhaupt allen Scheibenpilzen, welche als Verwesungspflanzen leben, haben diese Hyphengeflechte ein fleischiges Ansehen und bilden Stiele, Keulen und Strünke, auf welchen Näpfe, Becher oder lappige und runzelige Hüte aufsitzen (s. Abbildung, S. 19). Bei den mit assimilierenden Lagerpflanzen in Ernährungsgenossenschaften lebenden Diskomycetaceen und Pyrenomycetaceen, welche als Flechten angesprochen werden, hat jener Teil des Lagers, welcher die Apothecien und Perithecien trägt, bald die Gestalt hohler Röhren und Trichter, bald die Form gelappter, auf dem Boden liegender Laubblätter („Laubflechten"), oder er bildet lange weiße Bärte, welche von den abgestorbenen Baumästen herabhängen, sehr häufig auch vielverzweigte, strauchartige Gestrüppe („Strauchflechten"; siehe die beigeheftete Tafel „Laub- und Strauchflechten"). Wieder in anderen Fällen werden die Apothecien und Perithecien von Teilen des krustenförmigen, die Borke der Bäume oder die Steine und Felswände überziehenden Lagers getragen, wie es die Tafel bei S. 225 des I. Bandes: „Krustenflechten", und die Abbildung Band I, S. 518, zur Anschauung bringen. Die unter dem Namen „Gallertflechten" bekannten Schlauchpilze besitzen ein Lager, welches im ausgetrockneten Zustande dunkle Borken und Schorfe bildet, aber zu einer gallertigen Masse aufquillt, sobald es befeuchtet wird. Bei einigen Kernpilzen, namentlich bei Claviceps purpurea, wachsen aus dem unter dem Namen Mutterkorn bekannten Sklerotium fleischige

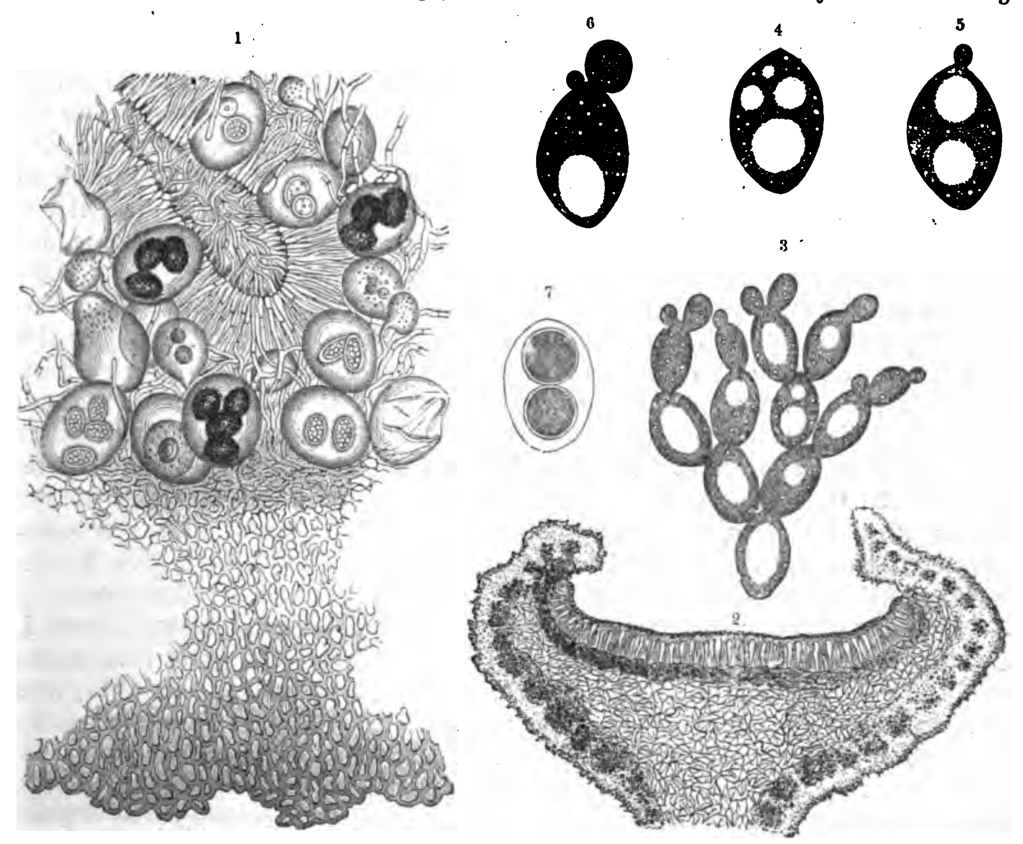
Stiele hervor, welche ein kugeliges Köpfchen tragen, und jedes Köpfchen birgt in urnenförmigen Aushöhlungen (Perithecien) die gebüschelten Schläuche (s. untenstehende Abbildung, Fig. 3 und 4). Bei anderen Kernpilzen haben diese Teile des Lagers die Form fester Zapfen, verzweigter Wurzelstöcke und Geweihe (s. Abbildung, S. 610, Fig. 1). Bei den Tuberaceen und Erysiphaceen haben sie die Gestalt rundlicher Knollen oder fester Kügelchen (s. Abbildung, S. 610, Fig. 7). Außer der Vermehrung durch Askosporen kennt man bei



Der zu den Pyrenomyceten gehörige Mutterkornpilz (Claviceps purpurea) in seinen verschiedenen Entwickelungsstufen: 1. Zwei Sklerotien, welche sich in einer Roggenähre ausgebildet haben. — 2. Abgliederung von Sporen im Bereiche des filzartigen Myceliums, welches schmarotzend in dem Fruchtknoten einer Roggenblüte lebt. — 3. Stecknadelförmige Träger der Perithecien, welche aus einem überwinterten Sklerotium hervorgewachsen sind. — 4. Längsschnitt durch das Köpfchen eines solchen Trägers, beziehentlich durch die in dem Köpfchen eingesenkten urnenförmigen Perithecien. — 5. Längsschnitt durch zwei urnenförmige Perithecien mit ihren Schläuchen. — 6. Vier Schläuche (Asci) aus den Perithecien. — 7. Fadenförmige Sporen, welche aus einem Schlauche entlassen werden. — 8. Zwei einzelne fadenförmige Sporen. — Fig. 1 u. 2 in natürlicher Größe; Fig. 3: 200fach; Fig. 4: 40fach; Fig. 5: 500fach; Fig. 6 u. 7: 700fach; Fig. 8: 750fach vergrößert. Vgl. Text S. 611—613.

vielen Schlauchpilzen auch noch eine Vermehrung mittels Sporen, welche sich von besonderen, gabelig verästeten oder an dem kolbenförmigen Ende in zahlreiche winzige Sterigmen ausstrahlenden Mycelfäden abgliedern und durch den Wind verbreitet werden, wie das namentlich bei jenen Erysipheaceen der Fall ist, die man unter den Namen Aspergilleen zusammenfaßt (s. Abbildung, S. 18, Fig. 4, 5, 8 und 9, und S. 610, Fig. 7). Bei Claviceps purpurea findet die Abgliederung solcher Sporen an den Enden von Hyphenfäden statt, welche die Auskleidung von Hohlräumen in einem weichen, filzartigen Mycelium bilden, und es wird

dort gleichzeitig auch eine süße, honigartige Flüssigkeit abgeschieden, in welcher die Sporen schwimmen (s. Abbildung, S. 612, Fig. 2). Die Sacharomycetaceen vermehren sich, abgesehen von der Entwickelung der Schläuche, durch Sprossung (s. untenstehende Abbildung, Fig. 3, 5 u. 6). Die Sprossung besteht darin, daß an der Wand der Zellen Aussackungen entstehen, welche sich allmählich vergrößern und, wenn sie einen gewissen Umfang erreicht haben, leicht abtrennen. Die unregelmäßig zusammengehäuften, teilweise kettenförmig zusammenhängenden Zellen sind unter dem Namen Hefe bekannt und bewirken in dem zur Brotbereitung



Schlauchpilze: 1. Durchschnitt durch eine Trüffel (Tuber melanosporum), in deren Kammern sich ellipsoidische Schläuche mit ellipsoidischen Sporen ausgebildet haben. — 2. Längsschnitt durch das Apothecium von Hagenia ciliaris. — 3.—6. Sprossende Hefe (Saccharomyces cerevisiae). — 7. Sporenbildung in einer schlauchförmigen Zelle von Saccharomyces cerevisiae. — Fig. 1: 200fach; Fig. 2: 60fach und Fig. 3—7: 1000fach vergrößert. Vgl. Text, S. 611.

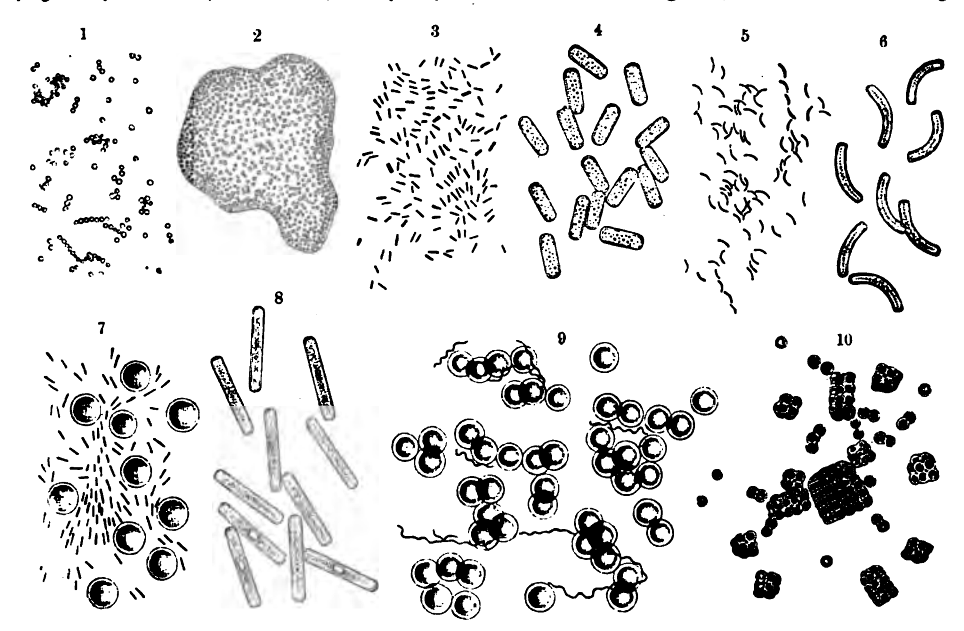
benutzten Teige, welcher Maltose enthält, sowie in zuckerhaltigen Flüssigkeiten (Bierwürze, Most 2c.) Alkoholgärung (s. Band I, S. 473). Da die in zuckerhaltige Flüssigkeiten gelangten Sporen der Euromyceten, namentlich der Mukoraceen, sich in betreff ihrer Vermehrung und Wirkung ganz ähnlich verhalten (s. Band I, S. 475), so ist ein Zusammenhang der Sacharomyceten und Euromyceten nicht ausgeschlossen. Mehrere schmarotzende Schlauchpilze aus der Familie Exoascaceae veranlassen Krebse (s. S. 517). Fossile Schlauchpilze, namentlich Pyrenomycetaceen und Diskomycetaceen, finden sich in Verbindung mit anderen fossilen Pflanzen in den tertiären Ablagerungen. Im Bernsteine und in der Braunkohle wurden auch gymnokarpe Flechten nachgewiesen. Die Zahl der bisher unterschiedenen lebenden Arten beträgt ungefähr 16,000. Davon kommen auf die Pyrenomycetaceen und Diskomycetaceen nahezu 13,000, und insbesondere auf jene, welche als Flechten angesprochen werden, ungefähr 7000.

8. Stamm: Schizomycetes, Spaltpilze.

Umfaßt die Familien: Bacteriaceae (Bakterien, Bacillen), Merismopödiaceae und Sarcinaceae.

Verwesungspflanzen und Schmarotzer. Mehrere Arten leben mit grünen, assimilierenden Gewächsen in einer Ernährungsgenossenschaft. Die meisten sind farblos; einige sind rot gefärbt; doch sind auch diese zur Kohlenstoffassimilation nicht befähigt. Die Haut, welche das Protoplasma umgibt, besteht vorwaltend aus stickstoffhaltigen Körpern. Ob sich bei jenen Arten, welche als Gärungserreger wirksam sind, auch Zellstoff in der Haut findet, ist zweifelhaft. Die äußere Hautschicht ist an den in feuchter Umgebung lebenden Spaltpilzen gallertig, wird aber, wenn sie austrocknet, krustenartig. Bei einigen Arten verlängert sich die gallertige Hülle in 1—6 Wimperfäden, mittels welcher sich die als „Zellen" angesprochenen Individuen in Flüssigkeiten schwimmend fortbewegen können. Die Zellen sind befähigt, sich nach ein, zwei oder drei Richtungen des Raumes zu teilen, wodurch reihenförmige, plattenförmige oder ballenförmige Zellenvereine entstehen. Diese Zellenvereine können in der angegebenen Form längere Zeit erhalten bleiben, oder sie zerfallen in die einzelnen Glieder. Das Zerfallen der Zellenvereine macht den Eindruck der Spaltung, was zu der Bezeichnung Spaltpilze Veranlassung gegeben hat. Viele Arten bleiben einzellig, weil sofort, nachdem sich eine ihrer Zellen geteilt hat, eine Trennung der durch die Teilung entstandenen Zellen eintritt. Wenn die gallertige Außenschicht zahlreicher gehäufter Zellen zu einer gleichmäßigen ununterbrochenen Masse verschmilzt und die einzelnen Individuen in diese Gallertmasse regellos eingebettet erscheinen, so spricht man von der Zoogläaform der betreffenden Art (s. Abbildung, S. 615, Fig. 2). Die einzelnen Zellen haben die Form von Kugeln, kurzen Cylindern, Stäbchen und Fäden, und diese sind entweder gerade oder bogenförmig gekrümmt oder schraubenförmig gewunden (s. Abbildung, S. 615, Fig. 1—10). Die Befruchtung derselben ist unbekannt. Die Vermehrung erfolgt durch die schon erwähnte Teilung und ist unter günstigen Lebensbedingungen eine ungemein rasche (s. Band I, S. 150). Unter Umständen kann sich im Inneren einer jeden Zelle eine Spore ausbilden (s. Abbildung, S. 615, Fig. 8). Die Sporen sind kugelig, dickwandig und stark lichtbrechend. Diese Sporenbildung tritt insbesondere dann ein, wenn die Vermehrung durch Teilung gehemmt ist. Die Einwirkung der Spaltpilze auf die Umgebung ist eine zweifache. Entweder entziehen sie unmittelbar der Umgebung die zu ihrem Lebensunterhalte und zu ihrer Vermehrung nötigen Stoffe und veranlassen dadurch Spaltungen und Zersetzungen der sie umgebenden chemischen Verbindungen, oder es findet eine Ausscheidung von Enzymen statt, welche Zersetzungen in der Umgebung einleiten. Auch in dem letzteren Falle sind die Zersetzungsprodukte für den Lebensunterhalt und die Vermehrung der Spaltpilze die wichtigste Grundlage (s. Band I, S. 472). Die Zersetzungen geben sich entweder durch Färbungen oder durch Gärungserscheinungen in der Umgebung oder durch Erkrankungen der befallenen Lebewesen kund, und mit Rücksicht auf diese verschiedene Wirkungsweise werden die Spaltpilze auch in färbende (chromogene), gärungserregende (zymogene) und krankmachende (pathogene) eingeteilt. Aus der verschiedenen Wirkung, welche von ihnen ausgeübt wird, läßt sich schließen, daß trotz der oft großen Übereinstimmung in der Gestalt dennoch eine Verschiedenheit in der Konstitution ihres Protoplasmas besteht. Einige Arten haben die Fähigkeit, aus Flüssigkeiten, welche gelöste Eisensalze enthalten, Eisenoxydhydrat herauszufällen, und es wird die Bildung des Raseneisensteines und Bohnerzes mit denselben in Verbindung gebracht. Andere veranlassen die Entstehung von Essigsäure aus alkoholischen Flüssigkeiten, von Milchsäure aus Milchzucker ꝛc. Auf die wichtige Rolle, welche die Spaltpilze im Haushalte der Natur bei der Zersetzung der Tier- und Pflanzenleichen

spielen, wurde bereits in Band I, S. 151, aufmerksam gemacht. Es gibt Arten, welche in den Eingeweiden und im Blute der Menschen und Tiere leben. Der Mehrzahl nach gelangen die Keime derselben von den ausgetrockneten Abfallstoffen der erkrankten Organismen als Staub in die Luft, werden eingeatmet und üben nun auf den Wirt, in dessen Eingeweide oder in dessen Blut sie übergegangen sind, ihre verheerende Wirkung aus. Der Milzbrand, die Diphtheritis, die Cholera, die Blattern, die Tuberkulose, der Rotlauf ꝛc. werden durch Bakterien veranlaßt. Es ist gegenwärtig das Bestreben der Ärzte und Hygieniker, Mittel ausfindig zu machen, durch welche die in den menschlichen Organismus eingewanderten pathogenen Spaltpilze getötet oder doch in ihrer Entwickelung gehemmt und unschädlich gemacht werden, und durch welche schon die Einwanderung derselben soviel wie möglich



Spaltpilze: 1. Micrococcus prodigiosus. — 2. Zoogloöaform desselben. — 3 und 4. Bacterium aceti bei schwächerer und stärkerer Vergrößerung. — 5 und 6. Spirillum Cholerae asiaticae, bei schwächerer und stärkerer Vergrößerung. — 7 und 8 Bacterium (Bacillus) anthracis, bei schwächerer und stärkerer Vergrößerung. — 9. Spirochaete Obermeieri. — 10. Sarcina ventriculi. — In den Fig. 7 und 9 sind auch die Blutkörperchen dargestellt, um die Größe der im Blute lebenden Spaltpilze abschätzen zu können. — Fig. 1, 2, 3, 5, 7, 9: 300fach; Fig. 4, 6, 8, 9: 2200fach; Fig. 10: 1800fach vergrößert. Vgl. Text, S. 614.

hintangehalten wird. Noch ist es eine offene Frage, ob diejenigen Spaltpilze, welche als Schmarotzer im Blute und in den Eingeweiden ihre verheerende Wirkung äußern, auch außerhalb des menschlichen und tierischen Körpers als Verwesungspflanzen leben und sich vermehren können. Ebenso ist es noch eine ungelöste Frage, ob nicht gewisse Spaltpilze Entwickelungsstufen von Schlauchpilzen sind, ob nicht ein Teil derselben mit den rätselhaften sogenannten Spermatien im Zusammenhange steht. Auch die Beziehungen zu den Cyanophyceen sind noch bei weitem nicht so klar gestellt, wie es wünschenswert wäre. Rätselhaft ist auch das Vorkommen von Bakterien in den Kerbzähnen der grünen Laubblätter von Ardisia und in den Wurzelknöllchen der Hülsengewächse (s. S. 514). Wahrscheinlich liegt hier eine Ernährungsgenossenschaft vor, doch ist dieselbe bis jetzt nicht vollständig aufgeklärt. Noch sei hier die Bemerkung eingeschaltet, daß nicht alle Gebilde, welche als Bakterien angesprochen wurden, auch wirklich Lebewesen sind, welche sich ernähren und vermehren können. Bisweilen wurden Körnchen, Stäbchen und Fäden, welche bei dem Zerfalle organischer Körper entstehen, für Spaltpilze gehalten. Wenn der protoplasmatische Inhalt die Zellen

gewisser Gametophyceen (z. B. Ulothrix) verlassen hat, so zerfällt die betreffende Zellhaut in schraubig gedrehte Fäden, welche täuschend das Bild von Schraubenbakterien darbieten. So viel ist gewiß, daß hier den Untersuchungen noch ein weites Feld geöffnet ist. Aus gewissen Zerstörungsformen, welche an Holzresten aus der Steinkohlenperiode beobachtet wurden, schließt man, daß die Spaltpilze schon in der paläozoischen und mesozoischen Periode in gleicher Weise thätig waren wie heutzutage. Die Zahl der unterschiedenen, gegenwärtig lebenden Arten beträgt ungefähr 400.

2. Gruppe: Thallophyten, welche mit den zur Kohlenstoffassimilation notwendigen Farbstoffen ausgestattet sind und unter den Namen Algen und Moose begriffen werden.

9. Stamm: Cyanophyceae, Cyanophyceen.

Umfaßt die Familien: Chroococcaceae, Oscillariaceae, Scytonemaceae, Rivulariaceae, Nostocaceae.

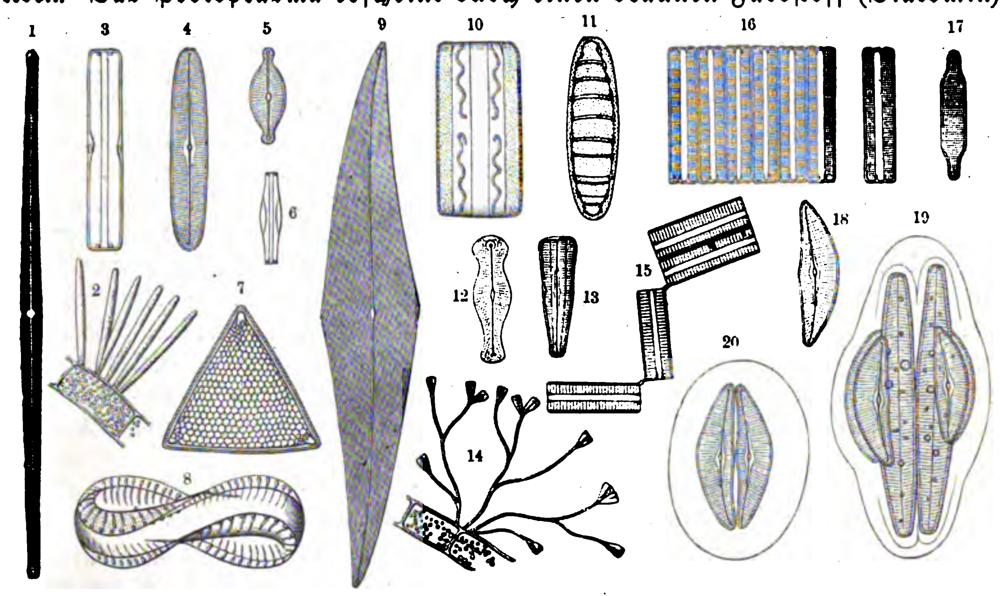
Wasser- und Sumpfpflanzen, deren Zellen befähigt sind, sich nach ein, zwei oder drei Richtungen des Raumes zu teilen, wodurch reihenförmige, plattenförmige und ballenförmige Zellenvereine entstehen. Das Protoplasma enthält einen als Phykokyan angesprochenen Farbstoff, welcher die rote, violette, blaue und spangrüne Färbung der Zellenvereine bedingt und die Kohlenstoffassimilation ermöglicht. Die Zellhäute sind häufig gelb und braun gefärbt. Die äußere Schicht der Zellhaut gestaltet sich zu einer scheidenartigen Hülle, und durch diese sind die Zellenvereine in der mannigfaltigsten Weise zu Kolonien verbunden. Bei der zu den Chroococcaceen gehörigen Gattung Gloeocapsa bleiben mehrere Tochterkolonien von der dicken Außenschicht der Mutterkolonie eingehüllt (s. Abbildung, Band I, Tafel bei S. 22, Fig. n). Bei Aphanocapsa und den Nostocaceen quillt die Außenschicht bei Befeuchtung mit Wasser zu einer gallertigen Masse auf. Die Scytonemaceen zeigen dicke, gelbbraune Scheiden; die fadenförmigen Zellenreihen sind in eigentümlicher Weise seitlich aneinander geschmiegt, wodurch sogenannte Scheinäste entstehen. Bei den Rivulariaceen bildet die Außenschicht Scheiden, aus deren Öffnungen die Zellenreihen als Geißeln hervorragen. Die geraden und gleichdicken, fadenförmigen Zellenreihen der Oscillariaceen, welche sich über ihre zu Häuten verbundenen Außenschichten vorstrecken, führen merkwürdige kreisende Bewegungen aus. Mit den farblosen Fäden der Askomyceten und anderer Pilze sind viele Cyanophyceen, namentlich die Nostocaceen und Rivulariaceen, zu Ernährungsgenossenschaften verbunden (s. Band I, S 226—229). Die Befruchtung der Cyanophyceen ist unbekannt. Die Vermehrung erfolgt dadurch, daß sich die Zellen eines reihenförmigen Zellenvereines infolge von Spaltung der Zwischenwände trennen und selbständig werden. Oder es schlüpfen Teile der Zellenreihen aus ihren Scheiden hervor und werden zu Anfängen neuer Kolonien. Auch kommen sogenannte Dauersporen vor, d. h. es vergrößern sich einzelne Glieder der Zellenreihe und erhalten einen hellen Inhalt und eine dickere Wandung. Diese Zellen sind sehr widerstandsfähig. Während alle anderen Teile der Kolonie zu Grunde gehen, bleiben sie lebensfähig und bilden bei dem Eintreten günstiger Verhältnisse den Ausgangspunkt für eine neue Zellenreihe. Viele Cyanophyceen leben auf den durch die atmosphärischen Niederschläge feucht gehaltenen Felsen und können bei dem Ausbleiben dieser Niederschläge durch längere Zeit austrocknen, ohne Schaden zu leiden. Auch die auf Erde lebenden Nostocaceen können ohne Nachteil zeitweilig in trockene Krusten umgewandelt werden. Einige Rivulariaceen, welche in Wasserfällen und im Rinnsale rasch fließender Gebirgsbäche angetroffen werden, inkrustieren sich mit Kalk und tragen zur Entstehung von Kalktuff bei. Mehrere Cyanophyceen leben in Thermen von 80 Grad, andere in dem von den Gletschern abfließenden

Schmelzwasser, dessen Temperatur sich nur wenig über den Nullpunkt erhebt. Fossile Arten sind nicht bekannt. Aus dem Vorkommen von Flechten im Bernsteine ist aber zu entnehmen, daß in der tertiären Periode Cyanophyceen gelebt haben. Die Zahl der jetzt lebenden Arten beträgt ungefähr 800.

10. Stamm: Diatomeae, Diatomeen.

Umfaßt die Familien: Melosiraceae, Coscinodiscaceae, Eupodiscaceae, Biddulphiaceae, Nitschiaceae, Amphoraceae, Cymbellaceae, Gomphonemaceae, Amphitropidaceae, Eunotiaceae, Synedraceae, Surirayaceae, Amphipleuraceae, Plagiotropidaceae, Naviculaceae, Achnanthaceae.

Wasserpflanzen, deren Zellen vereinzelt oder in Schwärmen, Beständen und Kolonien leben. Das Protoplasma erscheint durch einen braunen Farbstoff (Diatomin)



Diatomeen: 1. Mehrere Individuen der Synedra Ulna, welche der chlorophyllführenden Zelle einer Wasserpflanze aufsitzen. — 2. Einzelnes Individuum der Synedra Ulna stärker vergrößert. — 3—4. Navicula Liber von zwei Seiten gesehen. — 5—6. Navicula tumida von zwei Seiten gesehen. — 7. Triceratium Favus. — 8. Campylodiscus spiralis. — 9. Pleurosigma angulatum. — 10—11. Grammatophora serpentina. — 12—13. Gomphonema capitatum von zwei Seiten gesehen. — 14. Gomphonema capitatum an verzweigten Trägern, welche den chlorophyllführenden Zellen einer Wasserpflanze aufsitzen. — 15. Diatoma vulgare; die zusammenhängenden Zellen bilden ein zickzackförmiges Band. — 16—17. Fragillaria virescens, ein Individuum von zwei Seiten gesehen und sechs Individuen zu einem Bande vereinigt. — 18. Cocconoma Cistula. — 19. Kopulation dieser Art. — 20. Verjüngung der kopulierten Zellen. — Vergrößerung 50—300fach. Vgl. Text, S. 618.

gefärbt und enthält auch einen grünen Farbstoff, welcher die Kohlenstoffassimilation ermöglicht. Die Zellhaut ist mit Kieselsäure so reichlich durchdrungen, daß sie einen Kieselpanzer darstellt. Der Kieselpanzer wird aus zwei nahezu gleich großen Schalen gebildet, von welchen die eine übergreifende Ränder besitzt und wie der Deckel einer Schachtel die andere umfaßt. Durch diesen Kieselpanzer, welcher bald glatt, bald gefeldert, gestreift und punktiert erscheint, wird der Umriß der Zellen bestimmt. Welche Mannigfaltigkeit in dieser Beziehung besteht, wird durch die obenstehende Abbildung zur Anschauung gebracht. Die in Beständen und Kolonien lebenden Arten sind mittels zäher, bisweilen verästeter Fäden an die Unterlage festgewachsen (s. Fig. 2 und 14). Andere Arten hängen in zickzackförmigen oder bandförmigen Reihen und Ketten zusammen (s. Fig. 15 und 16). Wieder andere sind von einer gallertigen Masse eingehüllt oder nesterförmig in Schleimmassen eingebettet. Die Befruchtung erfolgt durch Kopulation. Bei einigen Gattungen verschmelzen die Protoplasten der bei der

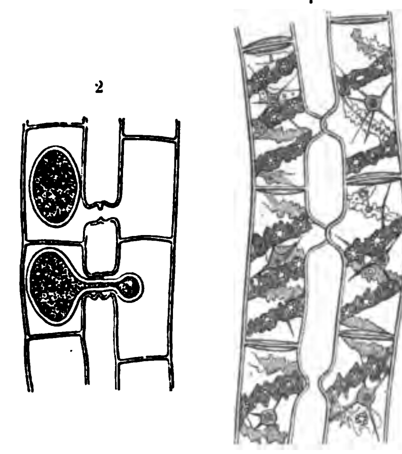
Kopulation sich aneinander legenden Zellen; die verschmolzene Masse umgibt sich mit einer Hülle, und innerhalb dieser Hülle entstehen die verjüngten Diatomaceen mit ihren Schalen. Bei mehreren anderen Gattungen findet keine Verschmelzung des Protoplasmas der kopulierenden Zellen statt, und es muß die Wechselwirkung der beiden sich aneinander legenden Zellen auf eine andere Weise erfolgen. Nach der Kopulation verjüngt sich jede der beiden Zellen und es findet hierbei stets auch eine Vergrößerung der verjüngten Zellen statt (s. Abbildung, S. 617, Fig. 19 und 20). Die verschmelzenden Protoplasten sind in Größe, Form und Farbe nicht verschieden. Die Frucht umgibt sich zunächst mit einer Zellhaut, und innerhalb dieser bilden sich die Kieselschalen für die jungen Individuen aus. Die ungeschlechtliche Vermehrung erfolgt durch Zweiteilung der Zellen. Die beiden Schalen des Kieselpanzers rücken etwas auseinander. Das Protoplasma zerstückelt sich in zwei Hälften, und es werden zwischen diesen zwei Kieselschalen ausgebildet, von welchen die eine in die größere, die andere in die kleinere alte Kieselschale hineinpaßt. Bei manchen Arten werden auch sogenannte Auxosporen gebildet und zwar in der Weise, daß das Protoplasma der betreffenden Zelle ohne vorhergegangene Befruchtung an Umfang zunimmt, sich abrundet und mit einer Wand umgibt. Innerhalb dieser Hülle werden dann die jungen Individuen mit ihren Kieselschalen ausgebildet. Die Diatomeen leben sowohl im süßen als im salzigen Wasser und sind von den Tiefen der tropischen Meere bis auf die Gletscher der Hochgebirge und der arktischen Gebiete verbreitet. Der auf der Meeresoberfläche treibende sogenannte Plankton enthält als wesentlichen Bestandteil Diatomeen. Im Kryokonit auf dem Firne der Gletscher wurden von mir noch 30 Arten lebend angetroffen. Die Diatomeen finden sich fossil in Ablagerungen der mesozoischen, tertiären und diluvialen Periode. Der Kieselgur, der Polierschiefer und der Tripel bestehen fast ausschließlich aus den Kieselpanzern fossiler Diatomeen. Die Zahl der jetzt lebenden Arten beträgt ungefähr 2000.

11. Stamm: Conjugatae, Jochalgen.

Umfaßt die Familien: Desmidiaceae, Zygnemaceae und Mesocarpaceae.

Wasserpflanzen, deren Protoplasma Chlorophyllkörper enthält und die dadurch zur Kohlenstoffassimilation befähigt sind. Die Zellhaut besteht hauptsächlich aus Zellstoff, ist geschmeidig und gestaltet sich niemals zu einem Kieselpanzer. Sie ist zweischichtig, farblos und durchsichtig. Die Zellen der Desmidiaceen sind in der Mitte gewöhnlich zusammengezogen und mit einer Ringfurche versehen, zeigen im übrigen eine große Mannigfaltigkeit der Gestalt (s. Abbildung, Band I, Tafel bei S. 22, Fig. i, k, und Band II, S. 486). Die Zellen der Zygnemaceen und Mesokarpaceen sind walzig, in der Mitte ohne Ringfurche. Die Befruchtung erfolgt durch Konjugation. Dieselbe wird damit eingeleitet, daß an zwei zur geschlechtlichen Vereinigung bestimmten, zwar getrennten, aber doch benachbarten Zellen korrespondierende blasenförmige oder warzenförmige Aussackungen entstehen, welche so lange gegeneinander vorrücken, bis sie mit ihren freien Enden in Berührung kommen, worauf sie an der Berührungsstelle verwachsen (s. Abbildung, S. 619, Fig. 1). Die durch Verwachsung entstandene Zellwand wird hiernach aufgelöst und dadurch ein die gegenüberliegenden Zellkammern verbindender Kanal hergestellt. Die Protoplasten in diesen beiden Zellkammern haben sich inzwischen zu kugeligen Ballen zusammengezogen. Bei den Zygnemaceen verbleibt einer dieser Ballen, welcher als Ooplast bezeichnet werden kann, ruhend in seiner Zellkammer, der andere, welcher als Spermatoplast aufzufassen ist, verläßt seine Zellkammer, gleitet durch den Kanal zu dem ruhenden Protoplasten hinüber und verschmilzt mit diesem zu einer Kugel (s. Abbildung, Band I, Tafel bei S. 22, Fig. l, und die Abbildung, S. 619, Fig. 2). Bei den Desmidiaceen und Mesokarpaceen findet die Verschmelzung der beiden Protoplasten in einem durch die Konjugation der betreffenden Zellen gebildeten

Mittelraume statt. Die verschmelzenden Protoplasten sind in keiner Weise voneinander zu unterscheiden, auch die beiden von diesen Protoplasten bewohnten Zellkammern stimmen gewöhnlich miteinander überein; nur in wenigen Fällen erscheint die Zelle, welche von ihrem Bewohner verlassen wird, schmächtiger als jene, in welcher sich der ruhende Protoplast befindet. Die durch Verschmelzung entstandene kugelige Frucht wird **Jochfrucht** oder **Zygote** genannt (s. S. 52). Aus derselben geht unvermittelt wieder eine Pflanze hervor, welche neuerdings konjugierende Geschlechtszellen ausbilden kann. **Die ungeschlechtliche Vermehrung erfolgt durch Fächerung, beziehentlich Zweiteilung der Zellen.** Das Protoplasma einer Zelle teilt sich in zwei Hälften, zwischen diesen wird eine Scheidewand ausgebildet, und so sind aus einer Kammer zwei Kammern entstanden. Diese Fächerung kann sich oftmals wiederholen, stets aber haben die gebildeten Scheidewände dieselbe Lage. Bleiben die auf solche Weise entstandenen Zellen miteinander verbunden, so entstehen kettenförmige oder reihenförmige Zellenverbände, welche sich dem freien Auge als grüne unverästete Fäden darstellen. In vielen Fällen, namentlich bei den meisten Desmidiaceen, zerklüftet die in die Zelle eingeschaltete Scheidewand alsbald nach ihrer Entstehung, und die beiden Tochterzellen fallen auseinander. Infolgedessen bleiben diese Arten immer einzellig. Die Konjugaten leben in stehenden süßen Gewässern, erhalten sich in diesen schwimmend oder ruhen auf einer Unterlage, sind aber dieser nicht angewachsen. Fossile Arten sind nicht bekannt. Die Zahl der jetzt lebenden Arten beträgt ungefähr 1300.



Jochalge (Spirogyra): 1. Beginnende Konjugation. — 2. Bildung von Jochfrüchten. Vgl. Text, S. 618.

12. Stamm: Gametophyceae, Gametophyceen.

Umfaßt die Familien: Acetabulariaceae (Dasycladaceae), Bryopsidaceae, Codiaceae, Botrydiaceae, Protococcaceae, Tetrasporaceae, Endosphaeraceae, Hydrodictyaceae, Ulvaceae, Ulotrichaceae, Chaetophoraceae, Mycoideaceae, Cladophoraceae.

Wasserpflanzen, deren Protoplasma Farbstoffe enthält und die dadurch zur Kohlenstoffassimilation befähigt sind. Die zu den Chätophoraceen gehörigen Arten der Gattung Trentepohlia enthalten neben Chlorophyll einen orangegelben, die zu den Ulvaceen gehörigen Arten der Gattungen Porphyra und Bangia einen purpurroten und mehrere Protococcaceen, so z. B. die Arten der Gattung Sphaerella, einen blutroten Farbstoff (s. die Abbildung, Band I, Tafel bei Seite 22, Fig. e, f, g, h). Die meisten aber enthalten von Farbstoffen nur **Chlorophyll und erscheinen grün gefärbt. Die Zellhaut enthält Zellstoff, ist farblos und geschmeidig. Bei einigen Arten verkalken die Zellhäute,** so namentlich bei den Acetabulariaceen und einigen Arten der Cladophoraceen. Die Zellen zeigen eine große Mannigfaltigkeit der Gestalt. Die Acetabulariaceen, Bryopsidaceen, Codiaceen und Botrydiaceen sind einzellig, die Zellen sind verhältnismäßig groß, schlauch- oder blasenförmig und in der verschiedensten Weise ausgesackt, so daß man beim ersten Anblicke derselben glaubt, kleine Sonnenschirme, Federn, Kokons &c. vor sich zu haben. Bei den Protococcaceen sind die ruhenden Zellen mittels einer gallertigen Haut zu Kolonien vereinigt (siehe Abbildung, Band I, Tafel bei S. 22, Fig. f), bei den Hydrodictyaceen bilden sie geschlossene Netze oder kleine Platten (s. Abbildung, S. 24), bei den Ulvaceen ein- oder zweischichtige Häute und Schläuche, von welchen erstere an Salatblätter, letztere an Gedärme erinnern.



„VEILCHENSTEIN" IM TIROLISCHEN ÖTZTHALE.

(Nach der Natur von E. Heyn.)

Die Ulotrichaceen erscheinen als unverzweigte Zellenreihen (s. Abbildung, S. 47) und die Chätophoraceen und Cladophoraceen als offene Zellnetze. Die Befruchtung erfolgt durch Paarung der Gameten (s. S. 47). Die mittels Wimpern im Wasser schwimmenden Protoplasten, welche man Gameten nennt, verschmelzen und bilden die Frucht. Bei einigen Protococcaceen, Codiaceen und Bryopsidaceen haben die Gameten eine verschiedene Größe, und man nimmt an, daß die größeren aus Ooplasma, die kleineren aus Spermatoplasma bestehen, bei der Mehrzahl der Gametophyceen sind aber die sich vereinigenden Protoplasten von gleicher Größe. Aus der Frucht geht bei den Botrydiaceen, Ulvaceen und Cladophoraceen unvermittelt wieder eine Pflanze hervor, welche mit jener übereinstimmt, von der die Gameten gebildet wurden, bei den Arten der anderen Familien entwickelt sich aus der Frucht zuerst eine Zwischengeneration. Es entstehen nämlich aus dem Protoplasma der Frucht zunächst Schwärmsporen, welche im Wasser herumschwimmen, sich an einer für die Ansiedelung geeigneten Stelle festsetzen, die Wimpern einziehen und sich mit einer Zellhaut umgeben. Diese Zellen werden nun zu Ausgangspunkten für jene Pflanzen, welche wieder Gameten erzeugen. Die ungeschlechtliche Vermehrung erfolgt bei mehreren Gattungen, z. B. bei Hydrodictyon und Pediastrum, durch Thallidien (s. S. 9), bei anderen durch Schwärmsporen, welche den Gameten ähnlich sehen, aber bedeutend größer sind als diese, und bei einigen Gattungen nicht mit 2, sondern mit 4 Wimpern besetzt sind (z. B. Ulothrix, s. Abbildung, S. 47, Fig. 10). Ein Teil der Gametophyceen erhält sich in allen Entwickelungsstufen schwimmend im Wasser, andere sind an festen Körpern unter Wasser festgewachsen und bilden dort ausgedehnte Bestände. Wo der Wasserstand wechselt, werden solche Bestände bisweilen, ohne Nachteil zu erfahren, trocken gelegt. Manche überziehen Holzwerk und Felsen in feuchten Wäldern, zumal in der Nähe von Bächen und Wasserfällen. So z. B. die ziegelrote Veilchenalge: Chroolepus jolithus oder Trentepohlia jolitha, welche auf der beigehefteten Tafel „Veilchenstein im tirolischen Ötzthale" zur Anschauung gebracht ist. Diese Trentepohlie duftet nach Veilchen, und die mit ihr überzogenen Steine sind unter dem Namen „Veilchenstein" bekannt. Die Gametophyceen sind von den Tiefen der tropischen Meere bis in die arktische und Hochgebirgsregion verbreitet. Prasiola Sauteri, eine zu den Ulvaceen gehörige Art, deren Lager aus smaragdgrünen, im Wasser flottierenden Häutchen besteht, wurde von mir noch in der höchst gelegenen Quelle der Alpen im Gebiete der Stubaier Gletscher bei 2917 m in Wasser von 0,5 Grad angetroffen. Die zu den Protococcaceen gehörige Sphaerella nivalis veranlaßt die Erscheinung des roten Schnees (s. Band I, S. 35, Tafel bei S. 36). Mit Kalk inkrustierte Gametophyceen findet man fossil in den Formationen der paläozoischen, mesozoischen und tertiären Periode. Sie werden als wichtige „Felsbildner" angesehen. Die Zahl der jetzt lebenden Arten beträgt ungefähr 1300.

13. Stamm: Siphoneae, Siphoneen.

Umfaßt die Familien: Volvocaceae, Vaucheriaceae, Cylindrosporaceae, Oedogoniaceae, Sphaeropleaceae, Coleochaetaceae.

Wasserpflanzen, deren Protoplasma durch die Gegenwart von Chlorophyll zur Kohlenstoffassimilation befähigt ist. Einige Arten, z. B. Sphaeroplea annulina, enthalten, wenigstens zeitweilig, auch einen roten Farbstoff. Die Zellhaut besteht hauptsächlich aus Zellstoff, ist geschmeidig, farblos und durchsichtig. Die Zellen der Volvocaceen sind zu kugeligen Kolonien vereint (s. Band I, S. 35), jene der Vaucheriaceen schlauchförmig und vielfach ausgesackt (s. Abbildung, Band I, Tafel bei S. 22, Fig. a), bei den anderen Familien sind sie walzig und in Reihen geordnet. Die Zellen der Coleochätaceen sind zu offenen Netzen vereinigt, und diese bilden, dicht zusammengedrängt, kleine polsterförmige oder flächenförmig



„VEILCHENSTEIN“ IM TIROLISCHEN OTZTHALE

(Nach der Natur von E. Heyn.)

ausgebreitete Lager. Als Befruchtungsorgane werden Oogonien und Antheridien ausgebildet. Die aus den Antheridien entlassenen Spermatozoiden sind gewimpert, gelangen schwimmend zu dem Oogonium, dringen in dieses ein und verschmelzen mit dem darin ruhenden Ooplasma. In den Antheridien der Vaucheriaceen entstehen sehr zahlreiche kleine, mit zwei Wimpern versehene, in jenen der Ödogoniaceen nur wenige verhältnismäßig große, mit einem Wimperkranze ausgestattete Spermatozoiden. Die Oogonien der Volvocaceen liegen im Inneren der kugelförmigen Zellenkolonie, jene der Vaucheriaceen gehen aus kurzen seitlichen Aussackungen der Schläuche (s. S. 54 und Abbildung, S 50, Fig. 5 und 6) und jene der Cylindrosporaceen und Ödogoniaceen aus einzelnen tonnenförmig aufgetriebenen Gliedern einer dem freien Auge als grüner Faden erscheinenden Zellenreihe hervor. Die Oogonien der Coleochätaceen sind von einer aus benachbarten Zellen gebildeten Hülle umgeben. Bei den Vaucheriaceen entsteht aus der Frucht eine Pflanze, welche sofort wieder Geschlechtsorgane erzeugen kann, bei den anderen Siphoneen findet dagegen ein Generationswechsel statt, d. h. aus der Frucht geht zunächst eine ungeschlechtliche Generation hervor. Es entstehen aus ihr Schwärmsporen, welche sich an feste Körper unter dem Wasser ansetzen, die Wimpern einziehen und sich mit einer Zellhaut umgeben. Diese Zellen bilden dann den Ausgangspunkt für eine geschlechtliche Generation. Die ungeschlechtliche Vermehrung erfolgt durch Schwärmsporen. Jene der Vaucheriaceen wurde im Band I, S. 22 ausführlich geschildert. Einige Siphoneen erhalten sich schwimmend im Wasser, die meisten sind an feste Gegenstände unter Wasser angewachsen. Wo der Wasserstand wechselt, werden manche Arten, ohne Nachteil zu erfahren, zeitweilig ausgetrocknet. Mehrere Arten der Gattung Vaucheria haben zeitlebens auf feuchter Erde ihren Standort. Fossile Arten sind nicht bekannt. Die Zahl der jetzt lebenden Arten beträgt ungefähr 400.

14. Stamm: Fucoideen, Tange.

Umfaßt die Familien: Ectocarpaceae, Sphacelariaceae, Cutleriaceae, Laminariaceae, Fucaceae.

Wasserpflanzen, deren Protoplasma durch die Gegenwart von Farbstoffen zur Kohlenstoffassimilation befähigt ist. Neben Chlorophyll findet sich immer auch Phycophäin, ein brauner Farbstoff, welcher dem Diatomin (s. S. 619) ähnlich ist und den gelblichen, olivengrünen oder dunkelbrauen Farbenton des Lagers veranlaßt. Die Zellhaut ist dick und mehrschichtig, bisweilen bräunlich gefärbt. Ein Teil der Zellen ist nicht viel länger als breit, und die aus solchen Zellen gebildeten Vereine stellen kurz gegliederte Reihen oder parenchymatische Gewebekörper dar. Ein anderer Teil ist verlängert und erinnert an die Hyphen der Pilze. Diese letzteren Zellen verschlingen sich auch häufig ganz ähnlich wie die Hyphen und bilden lockere Geflechte. Wo beide Zellenformen vereinigt sind, bilden die ersteren die Rinde, die letzteren eine Art Mark. Bei den Ectokarpaceen besteht das ganze Lager nur aus einfachen Zellenreihen und offenen Zellennetzen, bei den übrigen Familien erscheinen die Zellen zu Gewebekörpern von sehr verschiedener Gestalt vereinigt. Am häufigsten haben die Gewebekörper die Form von Strängen, Bändern und gesägten oder handförmig geteilten und zerschnittenen Blättern (s. Tafel bei S. 47 und Abbildung, Band I, S. 549). Viele erinnern lebhaft an entlaubte Sträucher und Gestrüppe, wieder andere an belaubte Baumzweige. Bei den letzteren bildet ein Teil der Zellen den „Stengel", ein anderer Teil das „Laub", und die Ähnlichkeit mit Baumzweigen wird manchmal noch dadurch erhöht, daß hohle Schwimmblasen ausgebildet sind, welche sich wie gestielte Kirschen ausnehmen (s. die Abbildung, S. 622). Bei dem als Vorbild für die Tange auf der Tafel bei S. 47 dargestellten Fucus virsoides sind die Schwimmblasen reihenweise in den gabelig verzweigten blattartigen Lappen des Lagers eingeschaltet. Die Befruchtung erfolgt durch Verschmelzung freier, aus Oogonien und Antheridien hervorgegangener Protoplasten. Die Ooplasten,

welche aus den Oogonien der Mutterpflanze entbunden werden, zeigen zur Zeit der Befruchtung die Form einer Kugel und sind ruhend, die Spermatoplasten, beziehentlich Spermatozoiden haben zur Zeit der Befruchtung eine eilängliche Form, sind an einem Ende spitz und besitzen an der Seite zwei Wimperfäden, sie bewegen sich schwimmend im Wasser und verschmelzen mit dem Ooplasten, an welchen sie sich angelegt haben (s. Abbildung, S. 48 und 49). Bei dem Ectokarpaceen und Cutleriaceen haben die Ooplasten zur Zeit, wenn sie aus dem Oogonium entlassen werden, Wimperfäden und schwärmen gleich den Spermatozoiden im Wasser herum; sie kommen aber alsbald zur Ruhe, siedeln sich an einer geeigneten Stelle an und erhalten die Form einer Kugel. Die Ooplasten der Ectokarpaceen setzen sich bei dieser Gelegenheit an die Unterlage mit einer ihrer Wimpern fest, welche sich hierauf verkürzt und zu einem Stiele des kugeligen Ooplasten wird. Bei den Fucaceen findet die Befruchtung in der S. 547—549 geschilderten Weise statt. Die ungeschlechtliche Vermehrung erfolgt bei den Laminariaceen durch Schwärmsporen, welche in besonderen Behältern auf dem blattähnlichen Lager ausgebildet werden. Die Fucaceen vermehren sich durch Ansiedelung von abgelösten Stücken des Lagers, welche unter günstigen Verhältnissen an die festen Körper, mit welchen sie in Berührung kommen, anwachsen. Daß die Tange, welche die Krabben mit ihren Scheren abschneiden und sich auf den Rücken pflanzen, dort festwachsen und sich weiter entwickeln, wurde bereits Band I, S. 71 erwähnt. Die Tange leben nur in salzigen und brackigen Gewässern. Sie fallen unter den Pflanzen des Meeres wegen ihrer Massenhaftigkeit am meisten in die Augen. Mehrere derselben erreichen die Höhe unserer Waldbäume. Die vielverzweigten Cystosiren, welche in den vom Wellenschlage weniger betroffenen stillen Meeresbuchten in großen Beständen wachsen, machen, von oben gesehen, denselben Eindruck wie ein winterlicher entlaubter Buchenwald, auf dessen Kronen man von einer steilen Anhöhe niederblickt. Berühmt sind die Tange an der südwestlichen und südlichen Küste Südamerikas, von welchen einige die Länge von 300 m erreichen. Ursprünglich sind alle Tange an feste Gegenstände in der Tiefe des Meeres angewachsen, doch kommt es häufig vor, daß Stücke derselben abgetrennt und bei hochgehender Brandung an das Ufer geworfen werden. Auch gelangen viele solche Bruchstücke durch die Meeresströmungen in die hohe See und bilden dort mehr oder weniger ausgedehnte Anhäufungen. Namentlich werden schwimmende Massen verschiedener Tange, und zwar vorzüglich Arten der Gattung Sargassum, nördlich vom Wendekreise des Krebses im Atlantischen und Stillen Ozean angetroffen, und das Gebiet zwischen den Azoren und Bermudasinseln wurde deswegen von den älteren Geographen „Sargassomeer“ genannt. Fossile Arten kennt man aus der paläozoischen, mesozoischen und



Ein Stück des Tanges: Sargassum natans. Vgl. Text, S. 621.

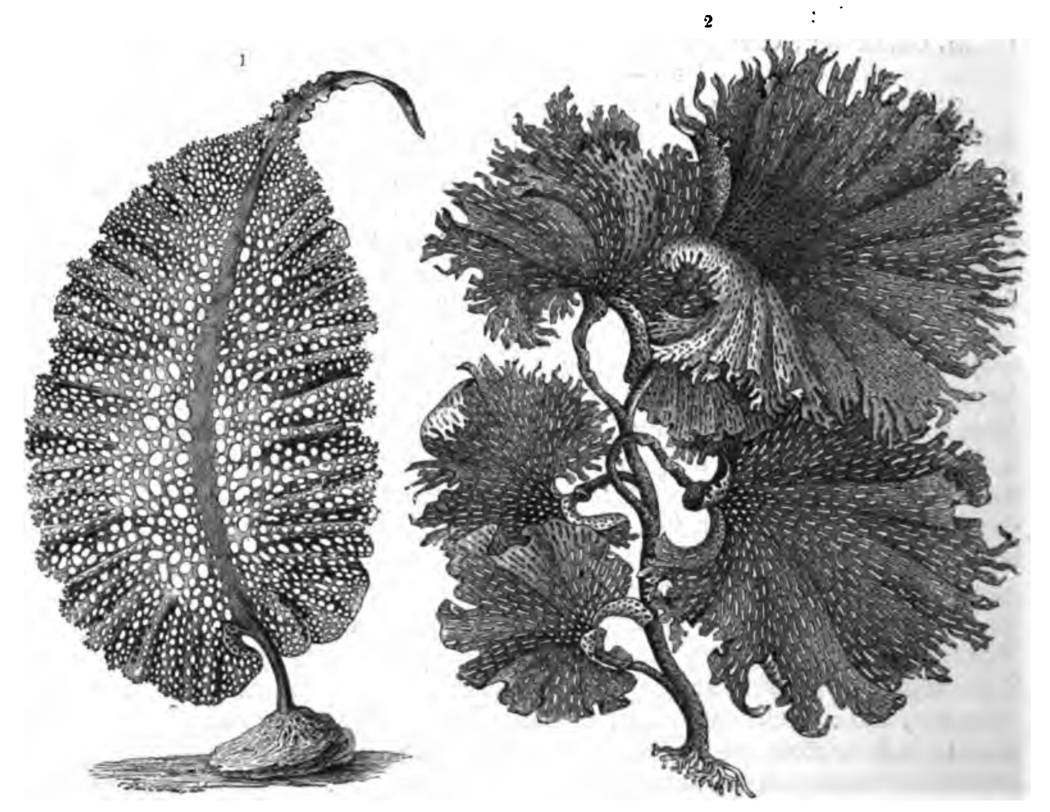
tertiären Periode. Der Umstand, daß die Paläontologen ehemals auch Wurmgänge für Fucoideen hielten, hat das Vertrauen auf alle Angaben über fossile Fucoideen sehr erschüttert. Man darf aber in dieser Beziehung nicht zu weit gehen. Manche fossile Gebilde sind sicher Fucoideen und keine Wurmröhren. Insbesondere besitzt das botanische Museum der Wiener Universität mehrere sehr schöne fossile Fucoideen aus der tertiären Periode. Die Zahl der jetzt lebenden Arten beträgt ungefähr 1000.

15. Stamm: Florideae, Florideen.

Umfaßt die Familien: Helminthocladiaceae, Hildebrandtiaceae, Gelidiaceae, Cryptonemiaceae, Squamariaceae, Corallinaceae, Ceramiaceae, Rhodomelaceae, Chylocladiaceae, Sphaerococcaceae, Delesseriaceae, Rhodomeniaceae, Gigartinaceae.

Wasserpflanzen, deren Protoplasma durch die Gegenwart von Farbstoffen zur Kohlenstoffassimilation befähigt ist. Neben Chlorophyll findet sich immer auch Phykoerythrin, ein Farbstoff, welcher für gewöhnlich rot, bei Gegenwart gewisser anderer Stoffe bisweilen auch violett und blau erscheint. Das Lager ist durch diese Farbstoffe bei den verschiedenen Arten dunkelpurpurn, hellpurpurn, schmutzigrot, violett, stahlblau und bläulichgrün gefärbt (s. Band I, Tafel bei S. 547). Die Zellhaut ist dick, farblos, durchsichtig, geschichtet. Das Lager hat die Form offener Netze, gebüschelter Fäden, feinzerteilter Blätter, gewellter Bänder und Häute. Bei manchen Arten bildet das Lager dünnhäutige Überzüge auf den Steinen, welche sich wie Blutflecken ausnehmen, bei anderen hat dasselbe die Form von gestielten Blättern, deren Flächen wie Siebe durchbrochen sind (s. die Abbildung, S. 624). Nicht selten wird auch eine Gliederung des Lagers in eine Achse und in flächenförmig ausgebreitete Teile, welche wie Blättchen aussehen, beobachtet, und mitunter kommen aus den Winkeln, welche die blattähnlichen Teile mit der Achse bilden, die Anlagen von Seitentrieben hervor. Bezeichnend für die Florideen ist die Befruchtung mittels Trichogyne. An die von der Fruchtanlage sich erhebende fadenförmige Zelle, welche Trichogyne genannt wird, legen sich die von den Antheridien abgelösten wimperlosen Spermatozoiden an, und das Spermatoplasma gelangt durch Vermittelung der Trichogyne zu dem in der Fruchtanlage ruhenden Ooplasma (s. S. 57). Diese Vereinigung erfolgt allem Anscheine nach auf diosmotischem Wege. Es ist aber nicht ausgeschlossen, daß eine Verschmelzung von Spermatoplasma und Ooplasma stattfindet, und zwar so, daß der Kern des Spermatoplasten durch die verschleimten Zellhäute in das Innere der Trichogyne gelangt, nach abwärts geleitet wird und mit dem Kerne eines Ooplasten verschmilzt. Die mit dem mütterlichen Boden im organischen Zusammenhange bleibende Frucht bildet den Ausgangspunkt für eine neue Generation (s. S. 57), welche unter dem Namen Cystokarp bekannt ist. Es gehen aus ihr verzweigte kurze Zellfäden hervor, welche sich in verschiedener Weise vereinigen und gruppieren. Von dem Ende eines Teiles dieser Zellen werden ungeschlechtliche Sporen abgegliedert. An der Entwickelung und dem Aufbau dieser ungeschlechtlichen Generation sind in den meisten Fällen auch Zellen des Lagers aus der nächsten Umgebung der Fruchtanlage beteiligt. Meistens findet auch eine Kopulation einzelner solcher Zellen („Auxiliarzellen") mit einem Teile der aus der Frucht hervorgewachsenen Zellen statt, was als zweite Befruchtung gedeutet wurde. Eine andere ungeschlechtliche Vermehrung erfolgt durch Thallidien. Es trennen sich nämlich aus einem ausgewachsenen Lager stellenweise kleine Zellenvereine (Tetrasporen) ab, welche die Anfänge neuer Lager bilden. Die Mehrzahl der Florideen lebt im Meere. Nur wenige (Hildenbrandtia, Batrachospermum, Lemanea) werden auch im süßen Wasser, zumal in Quellbächen der Gebirgsgegenden angetroffen. In den Meeren nimmt ihre Häufigkeit vom tropischen gegen das arktische Gebiet namhaft ab. Sie kommen häufig gesellig mit Tangen vor. Die Tafel

Band I, bei S. 547 zeigt im Vordergrunde Florideen, im Hintergrunde Tange. Die Arten der Gattungen Corallina, Lithophyllum und Lithothamnium inkrustieren mit Kalk und bilden, ähnlich den Korallen, Bänke und Riffe unter dem Meere (s. Band I, Tafel bei S. 239). Diese unter dem Namen Nulliporen bekannten Florideen haben sich auch aus der mesozoischen und tertiären Periode im fossilen Zustande erhalten. Der zu den Bauwerken in Wien so vielfach verwendete „Leithakalk", welcher im Leithagebirge an der Grenze von Niederösterreich und Ungarn in mächtigen Bänken auftritt, besteht zum großen Teile aus solchen Florideen, beziehentlich aus den von ihnen aus dem oberen Miocänmeere abgeschiedenen Kalke,



Florideen mit siebförmig durchbrochenem Lager: 1. Agarum Gmelini. — 2. Thalassophyllum Clathrus. Vgl. Text, S. 623.

und so wie das Gestein der mächtigsten Bauten in Paris aus den winzigen Schalen von Foraminiferen, so besteht das Gestein der Wiener Bauwerke vorwaltend aus den Kalkkrusten der genannten Florideen. Von Florideen, welche keinen Kalk abscheiden, haben sich nur wenige Arten im fossilen Zustande erhalten. Die Zahl der jetzt lebenden, bisher unterschiedenen Arten beträgt ungefähr 1800.

16. Stamm: Characeen, Armleuchtergewächse.

Umfaßt die Gattungen: Nitella, Tolypella, Tolypellopsis, Lamprothamnus, Chara, Lychnothamnus.

Wasserpflanzen, deren Zellen an der Innenseite mit reihenweise geordneten Chlorophyllkörpern dicht belegt und dadurch zur Kohlenstoffassimilation befähigt sind. Die Zellhaut besteht hauptsächlich aus Zellstoff, ist zart und leicht zerbrechlich. In vielen Fällen sind die Zellen mit kohlensaurem Kalk inkrustiert (s. Band I, S. 239), wodurch ihre Zerbrechlichkeit noch erhöht wird. Das Lager zeigt eine mittlere aufrechte

Hauptachse und wirtelförmig gruppierte, in Stockwerken übereinander stehende Seitenachsen. In der Hauptachse wechseln lange Gliederzellen mit kurzen Knotenzellen; die ersteren sind ungeteilt, die letzteren erscheinen durch senkrechte Scheidewände in Fächer geteilt und bilden die Ausgangspunkte für die wirtelförmigen ausstrahlenden Seitenachsen. Bei der Gattung Chara sind die langen Gliederzellen mit einer Lage schmächtiger Zellen berindet; bei der Gattung Nitella sind sie nicht berindet. Als Befruchtungsorgane werden Oogonien und Antheridien ausgebildet. Jedes Oogonium ist von einem aus fünf schraubig gedrehten Zellen bestehenden Amphigonium umschlossen (s. S. 59, Fig. 8). Die Antheridien stellen rote Hohlkugeln dar, deren Wand aus schildförmigen Zellen zusammengesetzt wird (Fig. 4). Die Spermatozoiden entwickeln sich in besonderen Zellen im Inneren dieser Hohlkugeln (Fig. 5 u. 6). Sie sind schraubig gewunden, an dem einen Ende kolbenförmig verdickt, an dem anderen Ende verdünnt und mit zwei Wimpern besetzt (Fig. 7). Nachdem sich die betreffenden Zellen geöffnet haben, schlüpfen die Spermatozoiden aus, gelangen schwimmend zu der ruhenden Fruchtanlage, bringen durch kleine Spalten in das Innere derselben ein und verschmelzen mit dem in dem Oogonium geborgenen Ooplasma (s. S. 59). Die Früchte fallen ab und überwintern im Schlamme. Im darauf folgenden Jahre wächst aus der Frucht eine Zellenreihe hervor, welche als Vorkeim angesprochen wird. Von diesem Vorkeime zweigt eine zweite Zellenreihe ab, welche den Anfang der geschlechtlichen Generation bildet. Die Parthogenese der Chara crinita wurde auf S. 459 erörtert. Die Armleuchtergewächse leben in süßem und brackigem Wasser. Die inkrustierten Arten tragen zur Bildung von Kalktuff und zur Entstehung kalkreicher Ablagerungen im Grunde der Gewässer bei. Diese Rolle haben sie auch in früheren Perioden gespielt. Man findet fossile Früchte der Characeen in den mesozoischen und tertiären Ablagerungen. Die Zahl der jetzt lebenden Arten beläuft sich auf ungefähr 200.

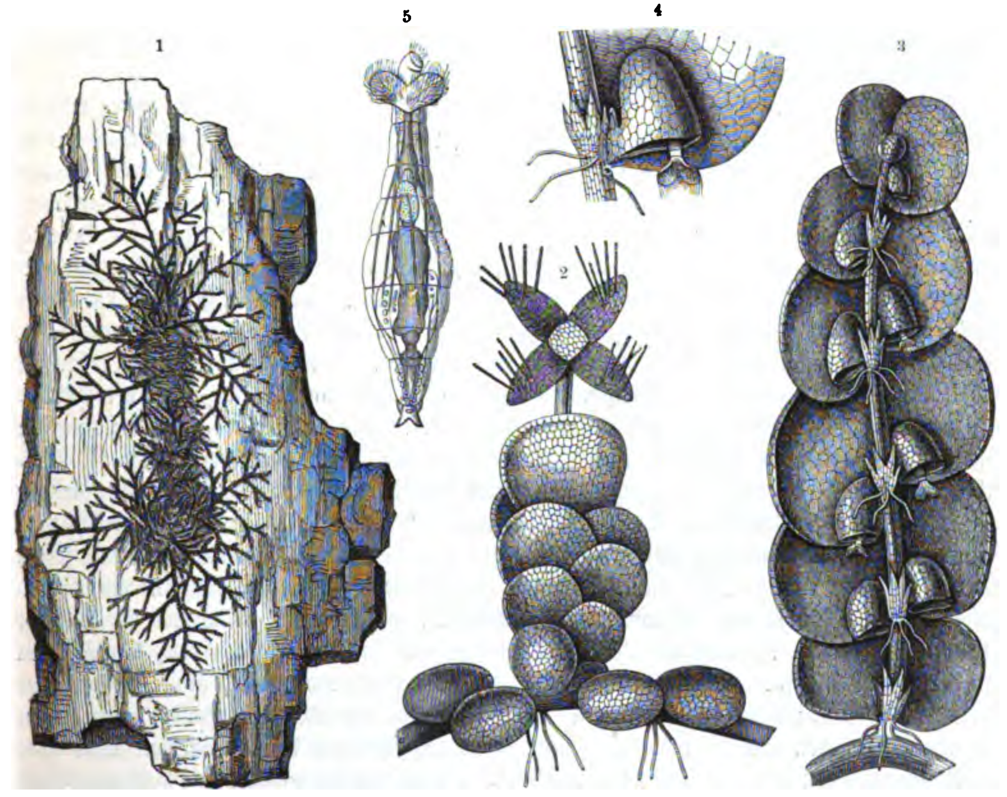
17. Stamm: **Muscineae, Moose.**

Umfaßt die Familien: Ricciaceae, Marchantiaceae, Anthocerataceae, Jungermanniaceae, Andreaeaceae, Sphagnaceae, Phascaceae, Bryaceae.

Das Protoplasma der dem Sonnenlichte ausgesetzten Zellen enthält Chlorophyllkörper und ist zur Kohlenstoffassimilation befähigt. Die Zellhaut ist häufig braun gefärbt. Der aus der keimenden Spore hervorgehende Vorkeim erscheint dem freien Auge bei den Bryaceen und Phascaceen als ein fadenförmiges Gebilde und wird Protonema genannt (s. Abbildung, S. 472 und 473). Die Zellen dieses Vorkeimes bilden Reihen und offene Netze, welche unter der Erde farblos, über der Erde grün gefärbt sind. Von dem Protonema der Gattung Schistostega erheben sich eigentümlich gruppierte kugelige Zellen, von welchen ein merkwürdiger grüner Schimmer in Grotten und Felsklüften ausgeht (s. Band I, S. 357, und Tafel bei S. 22, Fig. p). Der Vorkeim der Torfmoose (Sphagnaceen) sowie mehrerer Jungermanniaceen und Marchantiaceen wird aus bandförmigen, plattenförmigen und polsterförmigen Gewebekörpern gebildet. Der Vorkeim scheidet keine Sporen ab und trägt auch keine Geschlechtsorgane. Aus ihm wächst aber eine Generation hervor, welche Geschlechtsorgane trägt. Bei einem Teile der unter dem Namen „Lebermoose" zusammengefaßten Ricciaceen, Marchantiaceen, Anthocerataceen und Jungermanniaceen weicht diese geschlechtliche Generation in der Gestalt nur wenig von dem Vorkeime ab, und es ist dann die Grenze von Vorkeim und geschlechtlicher Generation oft verwischt. In den meisten Fällen aber unterscheidet sich das Lager der geschlechtlichen Generation sehr auffallend von jenem des Vorkeimes. Es hat entweder die Gestalt ausgebreiteter scheibenförmiger, bandartiger, ausgebuchteter und wiederholt zweigabelig geteilter Gewebekörper (s. Abbildung, S. 23, Fig. 1), oder es gliedert sich in eine Achse, welche wie ein Stamm,

und in flächenförmig ausgebreitete Teile, welche wie Blätter aussehen. Die beschreibenden Botaniker gebrauchen in solchen Fällen die Ausdrücke Moosstämmchen und Moosblättchen. Von Stämmen und Blättern, wie sie bei den Phanerogamen vorkommen, unterscheidet man diese Gebilde aber durch das Fehlen der Gefäßbündel. Daß zwischen dem laubartigen und dem in Achse und Blättchen gegliederten Lager der Moose eine Grenze nicht zu ziehen sei, wurde bereits in Band I, S. 551 auseinandergesetzt und durch Abbildungen erläutert. Das grüne Lager der Marchantiaceen ist mit Verdunstungskammern versehen, in welchen eigentümlich gruppierte assimilierende Zellen geborgen sind (s. Band I, S. 255, Fig. 1). Die Blättchen einiger Bryaceen (Barbula, Polytrichum; s. Band I, S. 255, Fig. 2, und S. 320, Fig. 1 und 2) tragen auf der vertieften Oberseite kurze perlschnurförmige Ketten und vorspringende Leisten aus grünen assimilierenden Zellen. An dem Aufbaue der Blättchen des Weißmooses (Leucobryum) und der Torfmoose (Sphagnum) sind zweierlei Zellen beteiligt, erstens große mit Löchern versehene, welche des protoplasmatischen Inhaltes entbehren und zur raschen Aufsaugung des Wassers dienen, und zweitens verhältnismäßig kleine Zellen, deren Protoplasma Chlorophyllkörper enthält und zur Assimilation geeignet ist (s. Band I, S. 202, und Abbildung, S. 203, Fig. 1 und 2). Die Blättchen der zu den Bryaceen gehörenden Hookeria werden aus einer einzigen Zellenschichte gebildet (s. Band I, S. 359), auch jene der meisten Jungermanniaceen bestehen nur aus einer Lage gleichgestalteter Zellen und enthalten keine Rippen (s. Abbildung, S. 627, Fig. 2 und 3). Bei den meisten Bryaceen dagegen sind die Blättchen von 1—3 aus langgestreckten Zellen gebildeten Rippen durchzogen (s. Abbildung, S. 23, Fig. 9, und S. 472, Fig. 6). In den meisten Fällen sind die Blättchen entlang einer Schraubenlinie an dem Stämmchen gruppiert, bei dem Smaragdmoos (Schistostega; s. Abbildung, S. 373, Fig. 9) sind sie in zwei Zeilen geordnet und teilweise miteinander verwachsen, demzufolge die betreffenden Stämmchen das Aussehen eines Farnwedels erhalten. Bei den Jungermanniaceen erscheinen sie in zwei oder mehrere regelmäßige, geradlinige Zeilen geordnet und nehmen bei denjenigen Arten, deren Lager der Baumborke oder den Felswänden angeschmiegt ist, sehr verschiedene Formen an. Die der Unterlage zugewendete Seite der **Frullania dilatata** (s. Abbildung, S. 627, Fig. 1 und 3) zeigt eine Zeile aus zerschlitzten Schüppchen, rechts und links von derselben je eine Zeile aus kappenförmigen Gebilden, welche Amphigastrien genannt werden, und über diesen sind dann noch zwei Zeilen aus rundlichen, sich dachziegelförmig deckenden Blättchen ausgebreitet. Die Moose sind teils einhäusig, teils zweihäusig. Als Befruchtungsorgane werden Oogonien und Antheridien ausgebildet. Jedes Oogonium ist von einem Amphigonium umhüllt. Die schraubig gewundenen, mit zwei Wimpern besetzten Spermatozoiden entwickeln sich im Inneren des Antheridiums in den Zellen eines parenchymatischen Gewebes. In jeder Zelle dieses Gewebes entsteht nur je ein Spermatozoid. Nachdem die Spermatozoiden die Antheridien verlassen haben, gelangen sie schwimmend zu den Fruchtanlagen und bringen durch die aus den sogenannten Halszellen gebildete Schleimmasse zu den im Oogonium geborgenen Ooplasma vor, um mit diesem zu verschmelzen. Die Oogonien und Antheridien sind bei den Marchantiaceen oberflächlich auf dem Lager, bei den Anthocerataceen und Ricciaceen im Inneren des Lagers ausgebildet. Bei den anderen Familien entspringen sie aus den Stämmchen und sind von schuppenförmigen Blättchen umgeben. Bei den Widertonen (Polytrichum) bilden diese Blättchen am Scheitel der Stämmchen kleine Rosetten, welche wie Blüten aussehen (s. S. 60—62 und Tafel bei S. 61). Die Frucht fällt nicht ab, sondern bleibt mit der Mutterpflanze in organischem Zusammenhange und wird zum Ausgangspunkte der sporenbildenden Generation. Der wesentlichste und auch räumlich am meisten entwickelte Teil dieser Generation

ist das Sporengehäuse oder Sporangium (s. S. 15—17). Die kapselartigen Sporangien der Ricciaceen treten nicht aus dem Lager hervor und springen nicht auf, sondern zerfallen, jene der Marchantiaceen sind kurz gestielt, springen mit Klappen oder Zähnen auf, jene der Anthocerataceen sind schotenförmig, haben im Inneren eine Mittelsäule und öffnen sich mit zwei Klappen, jene der Jungermanniaceen werden von einem rasch aus der Frucht hervorwachsenden farblosen, stark turgeszierenden Stiele getragen und springen mit vier Klappen auf (s. untenstehende Abbildung, Fig. 2), jene der Andreäaceen schließen ein kurzes, geglie-



1. Frullania dilatata, eine Jungermanniacee, auf der Borke eines Ahornbaumes. — 2. Ein Stück dieser Pflanze mit einem klappig aufgesprungenen Sporangium. Auf der Fläche der Klappen des Sporangiums die Schleudern (Elateren). — 3. Ein Stück der Frullania von der unteren, der Borke aufliegenden Seite gesehen; aus drei Amphigastrien strecken die Rädertierchen ihre Räderorgane vor. — 4. Ein einzelnes Amphigastrium mit einem darin steckenden Rädertierchen. — 5. Ein aus dem Amphigastrium genommenes Rädertierchen (Callidina symbiotica). — Fig. 1 in natürlicher Größe; Fig. 2: 20fach; Fig. 3: 25fach; Fig. 4: 30fach; Fig. 5: 100fach vergrößert. Vgl. Text, S. 628.

dertes Stielchen ab und öffnen sich mit vier Längsspalten (s. Abbildung, S. 16, Fig. 13), jene der Sphagnaceen sind kugelig, öffnen sich mit einem kreisrunden Deckel und zeigen am Rande der Öffnung keinen Mundbesatz (s. Abbildung, S. 16, Fig. 14 und 15), jene der Phascaceen sind sehr kurz gestielt, bleiben zwischen den Hüllblättchen der Amphigonien versteckt und springen unregelmäßig auf, und jene der Bryaceen sind von einem elastischen Stiele getragen, haben die Gestalt einer Büchse, öffnen sich mit einem Deckel, und die Öffnung oder Mündung der Büchse zeigt nach dem Abfallen des Deckels einen sehr mannigfaltigen Mundbesatz (s. Abbildung, S. 16, Fig. 1—9, und S. 473, Fig. 1—11). Die Wandung der Büchse ist in vielen Fällen zur Atmung und Assimilation befähigt und zeigt dann Spaltöffnungen und ein eigentümliches Durchlüftungsgewebe. Besonders auffallend tritt das bei den Splachnaceen hervor, wo die Büchse, welche die Sporen enthält, von einem

an das Schwammgewebe der Laubblätter erinnernden Zellengefüge und einer äußeren mantelförmigen Hülle umgeben ist (s. Abbildung, S. 473, Fig. 1—8). Die Sporen haben eine dunkle Farbe und rauhe Oberfläche (s. Abbildung, S. 472, Fig. 1). Bei den Marchantiaceen, Anthocerataceen und Jungermanniaceen werden in den Sporengehäusen neben den Sporen auch noch sogenannte Schleudern (Elateren) ausgebildet, langgestreckte, sehr hygroskopische Zellen, welche entweder lose zwischen den reifen Sporen liegen oder der Innenwand des Gehäuses aufsitzen und bei dem Aufspringen dieses Gehäuses sowie bei der Entbindung der Sporen eine Rolle spielen (s. Abbildung, S. 627, Fig. 2, und im nächsten Kapitel). Manche Moose entwickeln außer den Sporen und bisweilen auch an Stelle derselben Thallidien und andere ungeschlechtliche Vermehrungsorgane (s. S. 23).

Die Moose finden sich an den verschiedensten Standorten. Einige leben unter Wasser und zwar mitunter in rasch fließenden Bächen und in den Sturzwellen der Wasserfälle, andere erhalten sich schwimmend an der Oberfläche stehender Gewässer, wieder andere leben in Mooren, auf Schlamm, feuchter Erde und im nassen Sande am Rande der Gletscherbäche. Sehr viele bewohnen den Grund schattiger Wälder und die Borke alter Bäume, und eine überaus große Zahl trifft man auf Felsen, Steinblöcken und altem Mauerwerke. Die meisten sind Verwesungspflanzen, welche die organischen, im Wasser gelösten Nährstoffe auf sehr merkwürdigen Umwegen zugeführt erhalten (s. Band I, S. 95—102, 108 und 110). Einer der seltsamsten hierher gehörigen Fälle ist durch die Abbildung auf S. 627 erläutert und betrifft die Ernährungsgenossenschaft der zu den Jungermanniaceen gehörenden Frullanien mit den Rädertierchen aus der Gattung Callidina. Das dendritische, dunkle Lager der abgebildeten Frullania dilatata ist platt an die Borke der Bäume angepreßt (Fig. 1). Dasselbe zeigt unter den zwei oberflächlichen Reihen flacher rundlicher Blättchen zwei Reihen von kappenförmigen Gebilden (Amphigastrien) und noch eine mittlere Reihe von zerschlitzten Schuppen und haarförmigen Haftzellen (Fig. 3). Die Nahrungsaufnahme kann von seiten dieser Frullania nur durch Vermittelung des Regenwassers geschehen. Wenn das Regenwasser über die Borke der Baumstämme herabrieselt, so schwemmt es immer verschiedene Staubteilchen und eine nicht unbedeutende Menge von Infusorien, Sporen, Pollenzellen und dergleichen mit fort, und es bringt das Schwemmwasser auch in die Räume zwischen der Borke und der aufliegenden Frullania. Die lebenden, im Schwemmwasser enthaltenen Organismen können von der Frullania nicht sofort als Nahrung benutzt werden. Was aber unmittelbar nicht möglich ist, geschieht mittelbar. Die in den kappenförmigen Amphigastrien steckenden Rädertierchen (Callidina symbiotica; Fig. 3, 4 und 5) ernähren sich von den im Schwemmwasser enthaltenen Infusorien, Sporen, Pollenzellen und anderen organischen Splittern, scheiden ihre Exkremente in die Amphigastrien aus, und dieser flüssige Dünger wird nun von der Frullania als Nahrung aufgenommen.[1] Viele Moose im Grunde der Wälder scheinen mit den Mycelien gewisser Hymenomyceten in einer Ernährungsgenossenschaft zu leben. Diese Waldmoose spielen auch eine wichtige Rolle bei der Bildung des Humus in den Wäldern, sie schützen das Erdreich gegen die mechanische Einwirkung fallender Regentropfen und lassen die atmosphärischen Niederschläge nur allmählich in die tieferen Schichten des Bodens gelangen. Die auf Felsen und Steinen in Form von Polstern und

[1] Es verdient hier folgende Beobachtung über die Lebenszähigkeit der Rädertierchen erwähnt zu werden. Im Jahre 1885 wurden von mir mehrere mit Frullania dilatata besetzte Stücke der Borke von einem mächtigen Bergahornbaume am Grundelsee in Steiermark abgelöst, nach Wien mitgenommen und daselbst in ausgetrocknetem Zustande in einem Glasschranke aufbewahrt. Im Jahre 1890, also fünf Jahre später, wurden diese Exemplare der Frullania dilatata aufgeweicht und unter dem Mikroskop untersucht. Es zeigte sich, daß alle in den Amphigastrien steckenden Rädertierchen noch lebendig waren. Sie begannen sofort nach der Befeuchtung mit Wasser das Spiel mit ihren Räderorganen.



Fliesen wachsenden Moose halten ebenso wie die im fließenden, zeitweilig trüben Wasser lebenden Arten erdige Teile, welche durch Luft- und Wasserströmungen herbeigeführt werden, zwischen ihren Stämmchen und Blättchen fest und tragen wesentlich zur Entstehung einer Erdkrume über dem nackten Gesteine bei (s. Band I, S. 245). Mehrere Moose, welche an den vom Sickerwasser überrieselten Felsen und in den Rinnsalen der Quellbäche leben, inkrustieren mit Kalk und sind an der Bildung des Kalktuffes beteiligt (s. Band I, S. 239). Die Moose sind über die ganze Erde verbreitet. In überwiegender Menge werden sie im arktischen Gebiete und in den nebelreichen Hochgebirgen angetroffen. In den Zentralalpen findet man noch Moosräschen an den Felsen in der Seehöhe von 3000 m. In den stets feuchten Gebieten tropischer Gegenden sind nicht selten die immergrünen Laubblätter der Waldbäume von Moosen überwuchert. Von fossilen Moosen kennt man, abgesehen von dem auf S. 598 erwähnten fraglichen Spirophyton, einige Arten aus den Ablagerungen der tertiären Periode. Die Zahl der jetzt lebenden Arten beläuft sich auf ungefähr 5000.

Kryptogamen mit Gefäßbündeln: Gefäßkryptogamen.

18. Stamm: Equisetinae, Schachtelhalme.

Umfaßt die Familien: Equisetaceae und Calamitaceae.

Der Stamm der sporenbildenden Generation ist deutlich gegliedert. Die Stammglieder tragen an ihrem oberen Ende wirtelig gruppierte, zu einer Scheide verwachsene kleine, spitze Blätter, sind im jugendlichen Zustande mit Mark erfüllt, später hohl und nur an der Basis durch eine Querwand abgeschlossen. Die Gefäßbündel sind in einen Kreis gestellt, verlaufen am Umfange der cylindrischen Glieder und bestehen aus einem der hohlen Seite zugewendeten, von Ring- und Spiralgefäßen und einem der Rinde zugekehrten, von Bastzellen gebildeten Teile. Jedes der kleinen, zur Scheide verwachsenen Blätter ist von einer Mittelrippe durchzogen, welche den Abschluß eines im Stamme verlaufenden Stranges bildet. Die Rinde ist gerieft. Unter jeder Riefe liegt ein Gefäßbündel; in den Furchen zwischen den Riefen ist die Oberhaut von Spaltöffnungen durchsetzt. Die Kohlenstoffassimilation wird bei der Gattung Equisetum durch das grüne Gewebe in der Rinde des Stammes vermittelt. In den Zellhäuten ist eine verhältnismäßig große Menge von Kieselsäure enthalten. An den in Erde, Sand, Torf und dergleichen eingebetteten Stammteilen entwickeln sich an den Gelenken Wurzeln (s. Abbildung, S. 14). Die aus den Achseln der Blätter entspringenden Seitensprosse durchbrechen die Blattscheiden, und es wiederholt sich an ihnen der dem Muttersprosse zukommende Bau. Die Sporen werden in sackförmigen Sporangien ausgebildet, welche von der Rückseite kurzgestielter Scheiben ausgehen (s. Abbildung, S. 14, Fig. 4). Diese Scheiben, welche als metamorphosierte Blätter angesehen werden, sind wirtelig gruppiert, und die zusammengedrängten Wirtel bilden am Ende des Sprosses eine Ähre (s. Abbildung, S. 14, Fig. 2, 3 und 7). Bei einem Teile der Schachtelhalme erscheinen diese Ähren als Abschluß grüner assimilierender Sprosse, bei anderen werden sie von besonderen chlorophylllosen Sprossen getragen. Die Arten der Gattung Equisetum haben nur einerlei Sporangien und nur einerlei Sporen. Die Sporangien öffnen sich mit einem Längsspalte, um die Sporen zu entlassen. Die Sporen sind farblos, die äußere Schicht ihrer Zellhaut ist in zwei sich rechtwinkelig kreuzende, sehr hygroskopische Schraubenbänder gespalten (s. Abbildung, S. 14, Fig. 5 und 6). Die Sporen bilden den Ausgangspunkt für die geschlechtliche Generation, welche Prothallium genannt wird. Das Prothallium ist band- oder blattartig, ausgebuchtet und gelappt. Die Fruchtanlagen entstehen in den Ausbuchtungen, die Antheridien am Ende oder am Rande der Lappen (s. Abbildung, S. 14, Fig. 8).

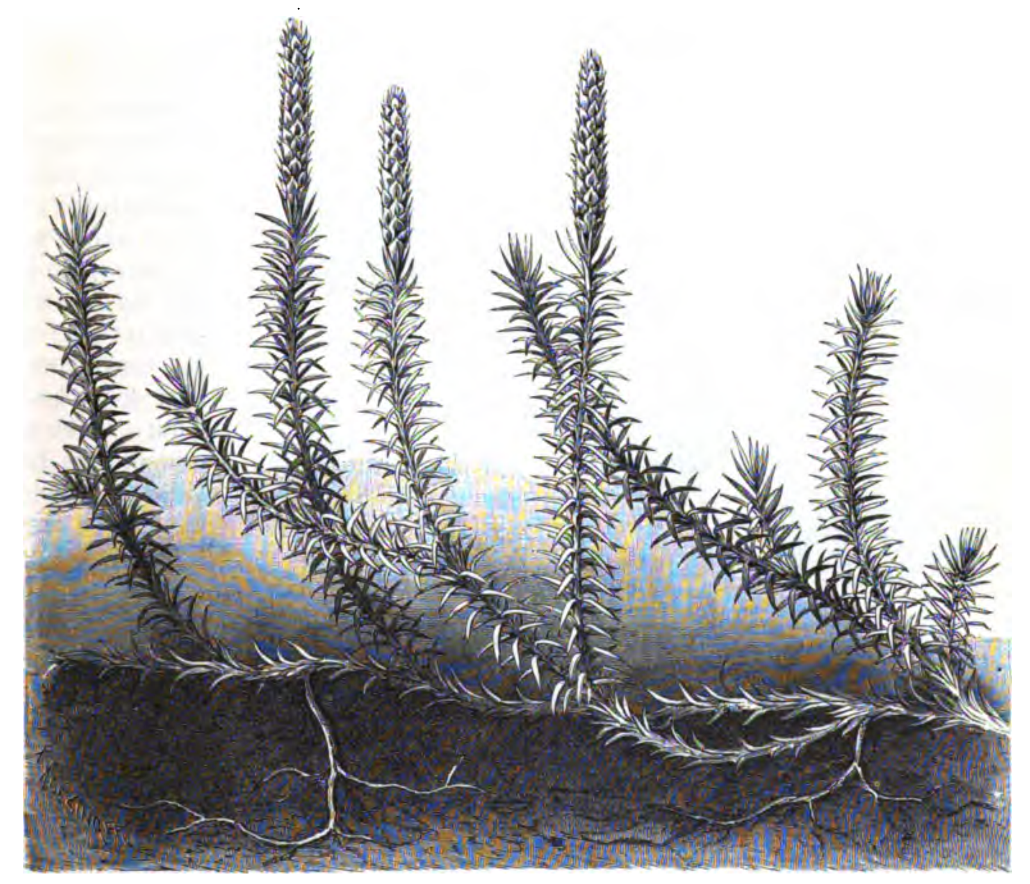
Die Spermatozoiden sind schraubig gekrümmt, an dem einen Ende verdickt und spatelförmig verbreitert, am anderen, verschmälerten Ende mit einer Mähne aus feinen Wimpern besetzt. Sie bewegen sich schwimmend zu dem in der Fruchtanlage geborgenen Ooplasma. Die Frucht fällt nicht ab, sondern bleibt mit dem Gewebe des Prothalliums verbunden und wird zum Ausgangspunkte für die ungeschlechtliche sporenbildende Generation, welche sich als ein mit Gefäßbündeln ausgestatteter und mit scheidenartig verwachsenen schuppenförmigen Blättern versehener Sproß aus dem Prothallium erhebt. Die Schachtelhalme sind Sumpfpflanzen und bilden in Mooren und stehenden Gewässern bisweilen ausgedehnte Bestände. Einige derselben gedeihen auch auf feuchtem Sand- und Lehmboden. Das tropische Equisetum giganteum erreicht die Höhe von 10 m. Fossile Arten der Gattung Equisetum finden sich in den Schichten der paläozoischen, mesozoischen, tertiären und diluvialen Periode. Als eine Familie der Equisetinae werden auch die Calamitaceen angesehen, welche in großer Menge in den Schichten der paläozoischen Periode fossil vorkommen. Dieselben hatten mächtige Stämme mit geriefter Rinde und im Kreise gestellten Gefäßbündeln. Die Blätter und Äste waren wirtelig gestellt. Die Blätter hatten in den verschiedenen Stockwerken an einem und demselben Stocke verschiedene Gestalten. Jene an den unter Wasser entwickelten Stammteilen waren ganzrandig und bis zum Grunde voneinander getrennt, jene über Wasser an der Basis miteinander verwachsen. Erstere wurden unter dem Namen Annularia, letztere unter dem Namen Asterophyllites beschrieben. Die Sporangien befanden sich an den Enden besonderer Zweige ährenförmig angeordnet, und diese Zweige waren mit sternförmig gruppierten, vorn gekerbten oder zweilappigen, ja selbst wiederholt gabelig geteilten Blättern besetzt. Ein Teil der Ähren weist nur Makrosporangien, ein anderer nur Mikrosporangien auf. Die ersteren wurden unter dem Namen Volkmannia, die letzteren unter dem Namen Brugmannia und die beblätterten Stücke der ährentragenden Zweige unter dem Namen Sphenophyllum und Archaeocalamites beschrieben. Die Blätter scheinen grün gefärbt und zur Kohlenstoffassimilation geeignet gewesen zu sein. Dadurch sowie durch das Vorkommen von Makrosporangien und Mikrosporangien weichen die Calamitaceen von den Equisetaceen ab. Die Zahl der jetzt lebenden Arten der Equisetaceen beträgt ungefähr 30.

19. Stamm: **Lycopodinae, Bärlappe.**

Umfaßt die Familien: Psilotaceae, Lycopodiaceae, Selaginellaceae, Isoëtaceae.

Der von einem mächtigen zentralen Gefäßbündel durchzogene Stamm der sporenerzeugenden Generation ist mit zahlreichen ungeteilten, nicht miteinander verwachsenen, abwechselnd gestellten Blättern besetzt. Diese Blätter sind bei den an Rutensträucher erinnernden und mit dem grünen Gewebe der Rinde assimilierenden Psilotaceen sehr klein, schuppenförmig und ohne Mittelrippe, bei den anderen Familien grün und von einer Mittelrippe durchzogen. Entweder sind sie entlang einer Schraubenlinie oder in vier geraden Längsreihen geordnet. Bei den auf den Boden hingestreckten Selaginellaceen bilden sie ein zierliches Blattmosaik (s. Band I, S. 391, Fig. 2), bei den Isoetaceen sind sie binsenartig und an den sehr kurzen, kuchenförmigen Stamm rosettenförmig gruppiert (s. Abbildung, S. 632, Fig. 1). Den Psilotaceen fehlen die Wurzeln; die anderen zeigen weiße, gabelig verästete, von einem zentralen Gefäßbündel durchzogene Wurzeln. Die Sporen entstehen in Sporangien. Diese stellen bei den Psilotaceen Hohlräume dar, welche im Inneren des Gewebes am Scheitel kleiner Seitensprosse ausgebildet werden, bei den Selaginellaceen haben sie die Gestalt von Kugeln, welche von kurzen, aus der Achse entspringenden und von einem Blatte gestützten Stielen getragen werden, bei den Isoetaceen zeigen sie die Form eines mehrkammerigen Körpers,

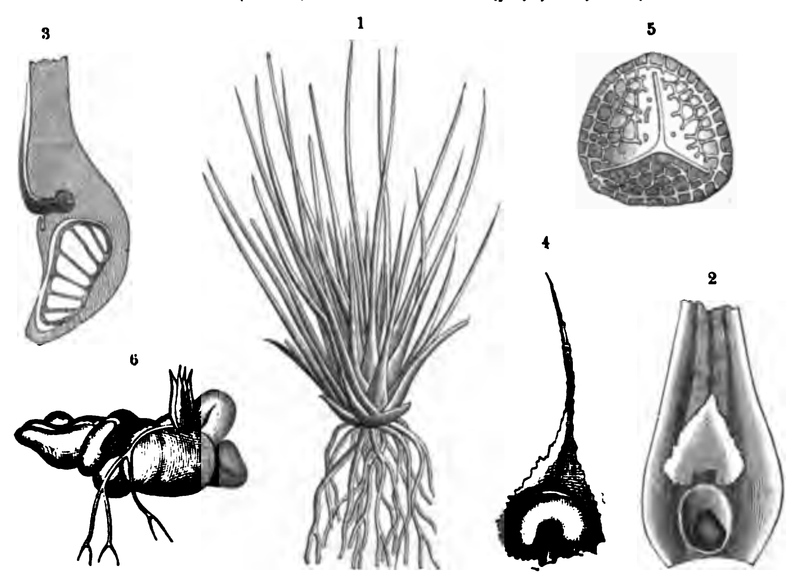
welcher in eine grubenförmige Aushöhlung des scheidenförmig verbreiterten Blattgrundes gebettet ist (s. Abbildung, S. 632, Fig. 2 und 3), und bei den Lykopodiaceen besitzen sie die Form einer in der Blattachsel ausgebildeten Dose (s. Abbildung, S. 632, Fig. 4). Stets sind es die aufrechten Sprosse, welche die Sporangien tragen, und wenn die Blätter unterhalb der Sporangien eine von den tiefer stehenden Blättern abweichende Gestalt und Farbe annehmen und dicht zusammenschließen, so präsentiert sich dieser Teil der Sprosse als eine walzige gelbe Ähre (s. untenstehende Abbildung). Die Sporangien der Lykopodiaceen öffnen sich mit einem quer über den Scheitel verlaufenden Risse (s. Abbildung, S 632, Fig. 4). Die



Lycopodinae: Lycopodium annotinum.

aus diesen Sporangien bei trockenem Wetter ausstäubenden Sporen sind von gelblicher Farbe und tetraedrischer Form und zeigen an der Außenseite netzförmig verbundene Riffe (s. Abbildung, S. 632, Fig. 5). An den Isoetaceen und Selaginellaceen bemerkt man zweierlei Sporangien, größere, in welchen Makrosporen, und kleinere, in welchen Mikrosporen entstehen (s. S. 64). Die Sporen bilden den Ausgangspunkt für die geschlechtliche Generation. Ooplasma und Spermatoplasma werden in besonderen Zellen des in den Sporen entstehenden und als Prothallium angesprochenen Gewebes ausgebildet. Dieses Gewebe hat bei den Lykopodiaceen die Gestalt verzweigter Stränge oder knolliger, gelappter und gewulsteter Körper (s. Abbildung, S. 632, Fig. 6) und er scheint farblos, wenn es im Humus eingebettet, grün, wenn es dem Lichte ausgesetzt ist. Die Fruchtanlage und die Antheridien werden bei den Lykopodiaceen an

demselben Prothallium ausgebildet; bei den Selaginellaceen dagegen, bei welchen zweierlei Sporen vorkommen, entsteht aus den Makrosporen ein Gewebekörper, welcher nur Fruchtanlagen, und aus den Mikrosporen ein Gewebekörper, in dessen Zellen sich nur Spermatozoiden entwickeln. Das Gewebe, in welchem die Fruchtanlagen eingesenkt sind, tritt bei diesen Pflanzen aus der aufgesprungenen Sporenhaut nur wenig, und jenes, in welchem die Spermatozoiden ausgebildet werden, gar nicht hervor. Wenn die Spermatozoiden ihre Geschlechtsreife erlangt haben, reißt die Haut der Mikrospore auf, der Inhalt wird herausgedrängt, und die Spermatozoiden verlassen schwimmend die Stätte ihrer Entwickelung. Die Spermatozoiden sind schraubig gewunden, bei den Selaginellaceen nur mit zwei langen Wimpern besetzt; bei den Isoetaceen stellen sie einen schraubig gedrehten Faden dar, welcher an beiden Enden bewimpert ist. Die von der geschlechtlichen Generation ausgebildete Frucht wird zum Ausgangspunkte für die ungeschlechtliche sporenbildende Generation, welche sich als ein mit Blättern besetzter Sproß aus dem Prothallium erhebt (s. nebenstehende Abbildung, Fig. 6). Bei einigen Bärlappen, so namentlich bei Lycopodium Selago, kommt es bei dieser ungeschlechtlichen Generation auch zur Bildung knospenförmiger, von der Achse sich ablösender Ableger (s. Abbildung, S. 456, Fig. 2 und 5). Die Bärlappe sind zum größten Teile Verwesungspflanzen, welche ihre Nahrung dem aus den Resten zahlreicher Pflanzengenerationen in sumpfigen Niederungen entstandenen Torfe und dem in den Wäldern und auf den Heiden aufgespeicherten Humus entnehmen. Einige leben auch auf der Borke und im Moder alter Baumstrünke. Die oben (Fig. 1) abgebildete Isoëtes wächst unter Wasser. Fossile Bärlappe finden sich in den Schichten der paläozoischen, mesozoischen und tertiären Periode. Als eine Familie der Bärlappe werden auch die Lepidodendraceae angesehen, welche fossil in den Schichten der paläozoischen Periode vorkommen. Dieselben erreichten die Höhe von 12 m und einen Stammdurchmesser von 1 m. Die entlang einer Schraubenlinie gestellten Blätter ließen nach dem Abfallen rhombische Narben an den Stämmen zurück. Die Äste trugen zweierlei Sporangien: Makro- und Mikrosporangien. Die fossilen Sigillariaceae, deren Blätter in Längsreihen an den gefurchten Stämmen standen und nach dem Abfallen rundliche, siegelähnliche Narben am Stamme zurückließen, werden gleichfalls als zu den Bärlappen gehörend angesehen. Die Zahl der jetzt lebenden, bisher unterschiedenen Bärlappe beträgt ungefähr 600.



Lycopodinae: 1. Isoëtes lacustris. — 2. Blattgrund mit dem Sporangium und der darüber stehenden Schuppe, der sogenannten Ligula. — 3. Längsschnitt durch das mehrkammerige Sporangium. — 4. Bohnenförmiges Sporangium von Lycopodium. — 5. Spore aus diesem Sporangium. — 6. Prothallium von Lycopodium. — Fig. 1 in natürlicher Größe; Fig. 2, 3, 4 und 6: 10fach; Fig. 5: 100fach vergrößert. Vgl. Text, S. 630—632.

20. Stamm: Filicinae, Farne.

Umfaßt die Familien: Ophioglossaceae, Marattiaceae, Po'ypodiaceae, Cyatheaceae, Hymenophyllaceae, Gleicheniaceae, Schizaeaceae, Osmundaceae.

Der bewurzelte Hauptstamm der sporenbildenden Generation ist cylindrisch und mit borstlichen oder schuppenförmigen, trockenhäutigen, kleinen Blättern besetzt. Die der Assimilation sowie der Ausbildung von Sporen dienenden Abzweigungen desselben sind als Blattäste (Phyllokladien) ausgebildet und werden Wedel genannt (s. S. 13 und Abbildung, S. 12, Fig. 1, 2, 4, 5 und 7). Die Gefäßbündel bilden am Querschnitte Figuren, welche den Buchstaben C und E ähnlich sehen, und sind in einen Kreis gestellt. In den Wedeln erscheinen die Gefäßbündel, gleichwie in anderen Phyllokladien, in zahlreiche Teilstränge aufgelöst. Die Verzweigung derselben ist ungemein mannigfaltig. Am häufigsten sind die Stränge wiederholt zweigabelig, seltener fiederförmig geteilt. Wie alle Stammgebilde, zeigen auch die Wedel Spitzenwachstum, und zwar ist das Wachstum in den meisten Fällen begrenzt. Bei mehreren tropischen Gattungen (z. B. Gleichenia, Lygodium) beobachtet man ein unbegrenztes Wachstum, d. h. es gehen aus den knospenförmigen Abschlüssen des in dem einen Jahre gebildeten Wedelteiles in dem folgenden Jahre neue Jahrestriebe, beziehentlich neue Wedelteile hervor. Bei einigen Arten (z. B. Asplenium cirrhatum, Edgeworthii, flagellifolium, rhachirhizon ꝛc.) wurzelt die Spitze des Wedels an; es bildet sich an der angewurzelten Spitze eine Knospe aus, und diese entwickelt sich im nächsten Jahre zu einem neuen Wedel, beziehentlich zu einem neuen Jahrestriebe (s. Abbildung, S. 38). Die cylindrischen Hauptstämme sind bei den Baumfarnen (s. S. 469), bei dem Straußfarne (Struthiopteris) und noch einigen anderen aufrecht, in den meisten Fällen aber wagerecht und haben die Gestalt von Wurzelstöcken. Häufig sind sie von den trockenhäutigen Blättern ganz dicht beschuppt und erinnern lebhaft an die Sprosse der Bärlappe (s. Abbildung, S. 12, Fig. 1, 4 und 5). Die Wedel sind im jugendlichen Zustande spiralig eingerollt, später krümmen sie sich aber von ihrer Ursprungsstelle weg mehr oder weniger nach auswärts. Sie sind gleich den cylindrischen Hauptstämmen mit schuppenförmigen Blättchen besetzt. Bei den Gleichenien und Lygodien bilden die kleinen Blättchen eine Hülle der an den Wedeln sich ausbildenden Knospen, auch bilden sie bei ihnen eine Decke über die Sporengehäuse (s. Abbildung, S. 12, Fig. 9). In vielen Fällen haben die Blätter die Bedeutung einer schützenden Hülle für das zarte Gewebe des jungen eingerollten Wedels, fallen aber später, wenn der Schutz nicht mehr nötig ist, ab. Die Oberhaut der grünen Wedel ist gleich jener an den Blattästen anderer Pflanzen und ähnlich der Oberhaut an den Sprossen der Schachtelhalme mit Spaltöffnungen durchsetzt. Die Sporen bilden sich an den Wedeln in Sporangien aus, deren Mannigfaltigkeit auf S. 11, 13 und 14 geschildert und durch die Abbildung auf S. 12 erläutert wurde. Die aus den Sporangien gebildeten Häufchen sind in verschiedener Weise geschützt, umwallt und verdeckt, aber niemals in ringsum geschlossenen Gehäusen geborgen. Bei einigen Arten sind ganze Wedelstücke so dicht mit Sporangien besetzt, daß von dem grünen Gewebe nichts mehr zu sehen ist. Die Sporen sind eckig, haben eine rauhe Oberfläche und braune Farbe. Jede Art bildet nur einerlei Sporen aus. Die Sporen bilden den Ausgangspunkt für die geschlechtliche Generation, welche Prothallium genannt wird. Das Prothallium hat bei den Ophioglossaceen die Gestalt eines in Humus eingebetteten knolligen, farblosen Gewebekörpers, bei den anderen Familien die Form eines dem Boden aufgelagerten und an denselben mittels haarförmiger Zellen festgewachsenen grünen, herzförmigen, nierenförmigen oder länglichen grünen Blattes (s. S. 62 und Abbildung, S. 12,

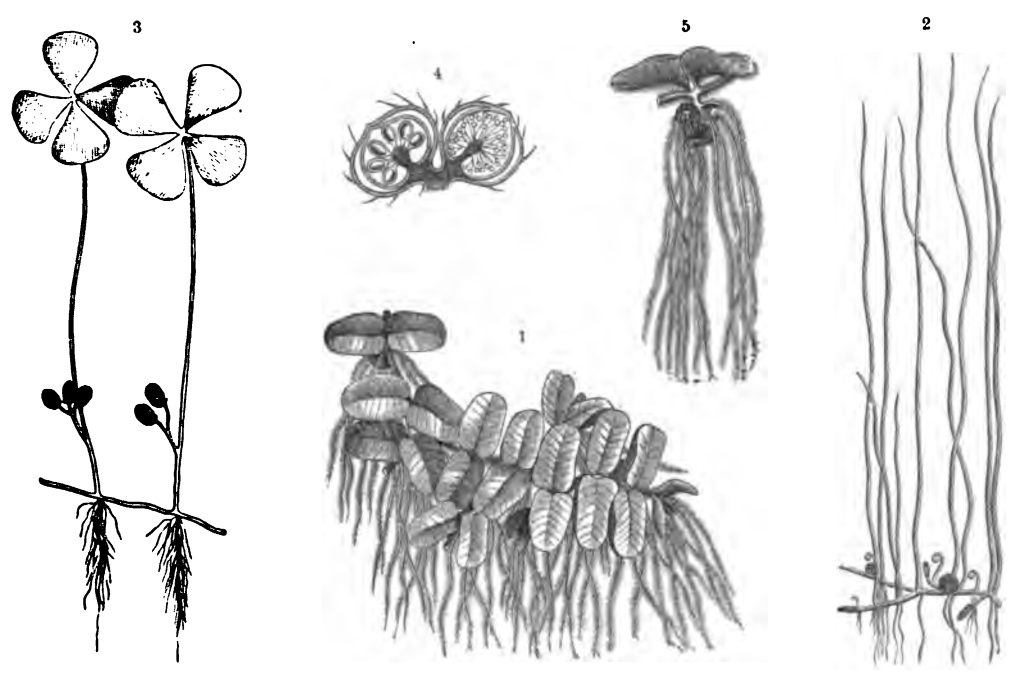
Fig. 16; S. 468, Fig. 1). Die in das Prothallium eingesenkten Fruchtanlagen haben eine flaschenförmige Gestalt und bergen in dem bauchig erweiterten Teile das Ooplasma (s. Abbildung, S. 468, Fig. 2). Die Antheridien erheben sich als kleine Papillen von der Fläche des Prothalliums. Die in ihnen ausgebildeten Spermatozoiden stellen schraubig gewundene, mit Wimpern besetzte Fäden dar (s. Abbildung, S. 468, Fig 3 und 4). Sie gelangen schwimmend zu der Fruchtanlage und dringen durch die verschleimten Halszellen zu dem Ooplasma vor, um mit diesem zu verschmelzen. Die Frucht fällt nicht ab, sondern bleibt mit dem Gewebe des Prothalliums verbunden und wird zum Ausgangspunkte für die ungeschlechtliche Generation, d. h. für einen Farnstock, an dessen Blattästen Sporen ausgebildet werden. So einfach die Form der Hauptstämme, so mannigfaltig erscheint jene der Blattäste oder Wedel. Manche Wedel erinnern in ihrem Zuschnitte an die Laubblätter der Haselwurz, der Gundelrebe und des Epheus, andere haben die Form von Zungen und Bändern, wieder andere die Gestalt von Fächern oder Geweihen (s. Abbildung, S. 470 und 471), viele sind handförmig oder fiederförmig gelappt, geteilt, zerschnitten und bisweilen in unzählige fadenförmige Zipfel aufgelöst. Die Blattäste der an Waldreben erinnernden Lygodien winden sich an Baumstämmen empor, andere sind mit stechenden Spitzen bewehrt und bilden stachelige Gestrüppe. Die Stämme vieler Arten sind mit schuppenförmigen braunen, bisweilen glänzenden Blättchen so dicht bekleidet, daß der dadurch gebildete Überzug das Ansehen eines tierischen Pelzes gewinnt. Die seltsame Form eines in dieser Weise bekleideten, in der Bucharei vorkommenden Farnes (Cibotium Baromez) hat die Fabel von dem Schafe Barometz oder Baranetz veranlaßt. Dieses Schaf, welches Agnus scythicus genannt wurde, sollte als Frucht aus einer Pflanze hervorwachsen, an einem Stiele befestigt sein und die Kräuter in der Umgebung seiner Ursprungsstelle abweiden. In Betreff der Größe der Farne herrscht eine große Verschiedenheit. Die Hymenophyllaceen, für welche Trichomanes Lyelli (s. Abbildung, S. 12, Fig. 2) als Vorbild gelten kann, machen vielfach den Eindruck zarter Moose, die Baumfarne (s. Abbildung, S. 469) den Eindruck von Palmen. Die cylindrischen Stämme der neuholländischen Baumfarne erreichen die Höhe von 22 m und einen Umfang von 180 cm. Der Strunk von Todea barbata erreicht den Umfang von 320 cm. Den größten Artenreichtum zeigen die tropischen und subtropischen feuchtwarmen Landstriche. Berühmt sind in dieser Beziehung die westindischen Inseln (s. S. 453). Den Gegensatz bilden die Steppengebiete, in welchen die Farne auf weite Strecken vollständig fehlen. Auch in der Richtung gegen die Pole und die Gipfel der Hochgebirge beobachtet man eine rasche Abnahme der Farne. Mehrere Farne gedeihen nur auf Moorboden und im tiefen Moder des Waldgrundes; viele wachsen als Überpflanzen auf der Borke der Bäume und nicht wenige in den mit schwarzem Humus erfüllten Ritzen und Klüften der Gesteine (s. Tafel „Farne auf einer diluvialen Moräne in Tirol“ bei S. 11). Fossile Farne kennt man in den Schichten der paläozoischen, mesozoischen, tertiären und diluvialen Periode. Die Zahl der jetzt lebenden, bisher unterschiedenen Arten beträgt ungefähr 4000.

21. Stamm: Hydropteridinae, Wasserfarne.

Umfaßt die Familien: Salviniaceae, Marsiliaceae.

Der wagrechte, auf dem Wasser schwimmende oder unter Wasser im Schlamme kriechende Hauptstamm ist cylindrisch und mit borstlichen oder schuppenförmigen chlorophylllosen Blättchen besetzt. Die der Assimilation dienenden Abzweigungen desselben sind als Blattäste ausgebildet und liegen bei den Salviniaceen ähnlich wie die Blattäste der Wasserlinsen (Lemnaceen) der Wasseroberfläche auf; jene der Marsiliaceen sind aufrecht, entweder fadenförmig und ohne laubartige Verbreiterung, oder sie tragen auf einem langen, fadenförmigen Stiele vier laubartige, kreuzweise

gestellte Lappen (s. untenstehende Abbildung, Fig. 1, 2 und 3). Im jugendlichen Zustande sind die Blattäste spiralig eingerollt. Die Sporen werden in Sporangien ausgebildet. Diese sind gruppenweise in Häufchen vereinigt. Jedes Häufchen wird von einem kurzen Säulchen getragen und ist in einem besonderen Gehäuse geborgen. Die Wasserfarne erzeugen zweierlei Sporen: Makrosporen und Mikrosporen. Die ersteren sind in Makrosporangien, die letzteren in Mikrosporangien enthalten. Bei den Marsiliaceen besteht jedes Häufchen aus Makro- und Mikrosporangien. Bei Salvinia wird das eine Häufchen nur aus kurzgestielten Makrosporangien, deren jedes je eine Makrospore enthält, das andere Häufchen nur aus langgestielten Mikrosporangien,



Wasserfarne: 1. Salvinia natans. — 2. Pilularia globulifera. — 3. Marsilia quadrifolia. — 4. Ein Gehäuse mit Makro- und ein Gehäuse mit Mikrosporangien von Marsilia. — 5. Ein Stück der Salvinia mit gerieften Gehäusen, in welchen die Sporangien geborgen sind. — Fig. 4: dreifach vergrößert; die anderen Figuren in natürlicher Größe.

deren jedes 64 Mikrosporen enthält, gebildet (Fig. 4). Das Gehäuse, welches die Häufchen umschließt, ist entweder einkammerig und enthält nur ein Häufchen (Salvinia), oder es ist mehrkammerig und birgt in jeder Kammer ein Häufchen. Die gerieften Gehäuse der Salvinia (Fig. 5) verwesen zur Zeit, wenn die Sporen in den Sporangien zu keimen beginnen; die hartschaligen Gehäuse der Marsiliaceen (Fig. 3) öffnen sich zu dieser Zeit mit 2—4 Klappen. Die Sporen verbleiben, wenn sie keimen, in dem Sporangium, in welchem sie ausgebildet wurden; sie bilden die Ausgangspunkte für die geschlechtliche Generation. Aus den Makrosporen entstehen Gewebekörper, welche Fruchtanlagen enthalten, und aus den Mikrosporen Gewebekörper, in deren Zellen sich die Spermatozoiden entwickeln. Bei Salvinia durchbricht das Gewebe, welches mehrere Fruchtanlagen eingesenkt enthält, die Haut der Makrosporen und wächst aus dem Risse hervor. Bei Marsilia enthält das in der Makrospore sich ausbildende Gewebe nur eine einzige Fruchtanlage, und diese bleibt in dem aufgesprungenen Scheitel der Spore zurück. Bei Salvinia wächst aus jeder Mikrospore ein papillenförmiges Antheridium hervor, dessen zwei oberste Zellen die in ihnen gebildeten Spermatozoiden entlassen; bei

Marsilia erfolgt die Bildung der Spermatozoiden innerhalb der Sporenhaut. Sobald die Spermatozoiden ihre Geschlechtsreife erreicht haben, reißt die Haut der Mikrospore auf und die Spermatozoiden verlassen die Stätte ihrer Entwickelung. Die Spermatozoiden sind schraubig gewunden und gelangen schwimmend zu den in der Fruchtanlage geborgenen Ooplasma. Die Frucht wird zum Ausgangspunkte der ungeschlechtlichen sporenbildenden Generation, welche als ein mit Blattästen besetzter, zarter, cylindrischer Stamm hervorwächst. Die Wasserfarne gedeihen nur in stehenden süßen Gewässern. Bei der zu den Salviniaceen gehörenden Gattung Azolla wurde ein noch nicht vollständig aufgeklärtes Zusammenleben mit einer Nostocacee, Namens Anabaena, beobachtet. Die kleinen Blattäste der auf dem Wasser schwimmenden Pflanze zeigen nämlich an ihren nach abwärts gerichteten Lappen eine Aushöhlung, in welcher stets die genannte Anabaena vorkommt. Man kennt Wasserfarne im fossilen Zustande in den Schichten der tertiären Periode. Die Zahl der lebenden, bisher unterschiedenen Arten beträgt ungefähr 70.

Zweite Abteilung der Pflanzenstämme: Phanerogamen oder Samenpflanzen.

1. Reihe: Phanerogamen, deren Fruchtanlage kein Narbengewebe besitzt und deren Pollen unmittelbar zur Mikropyle der Samenanlage gelangt: Nacktsamige Phanerogamen oder Gymnospermeen.

22. Stamm: Cycadeae, Cycadeen.

Umfaßt die Familien: Cycadaceae, Zamiaceae.

Gewächse mit aufrechtem, kuchenförmigem oder säulenförmigem Strunke und fiederförmig gespaltenen, assimilierenden, grünen, in der Knospenlage eingerollten Laubblättern. Die Gefäßbündel des Strunkes sind in einen Kreis gestellt. Ältere Strünke erscheinen mit den Resten der abgestorbenen Blätter besetzt. Die Laubblätter sind groß, starr, immergrün, entlang einer Schraubenlinie angeordnet und am Scheitel des Stammes dicht zusammengedrängt (s. Abbildung, S. 637). Die Blüten sind zweihäusig. Die Pollenblätter sind an einer aufrechten Spindel ährenförmig gruppiert. Der Pollen ist stäubend und wird durch Luftströmungen zu den Samenanlagen gebracht. Das in den Pollenzellen enthaltene Spermatoplasma wird mittels eines Schlauches aus Zellstoff zu jener Stelle hingeleitet, wo die Vereinigung mit dem Ooplasma erfolgen soll (s. S. 412). An den weiblichen Stöcken entspringen bei den Cycadaceen oberhalb der grünen, großen Laubblätter fiederschnittige, kleine Blätter, deren untere Abschnitte in große Samenanlagen metamorphosiert sind (s. Abbildung, S. 70, Fig. 7), bei den Zamiaceen dicke, bisweilen schildförmige, entlang einer aufrechten Spindel zu einem aufrechten Zapfen geordnete Schuppen, welche die Träger von je zwei Samenanlagen sind. Der Same weist bei den Cycadaceen eine innere harte und eine äußere fleischige Schale auf, bei den Zamiaceen besitzt er nur eine holzige, harte Schale (s. S. 434). Der Keimling besitzt entweder zwei oder nur ein Keimblatt und ist in ein reichliches Speichergewebe eingebettet. Außer den Laubblättern und Fruchtblättern kommen an den Cycadeen auch noch Niederblätter zur Ausbildung, welche eine schützende Hülle für die gipfelständigen Knospen bilden, aber abfallen, sobald aus dieser Knospe ein Sproß hervorgegangen ist. Blumenblätter fehlen. Die Cycadeen enthalten schleimige Stoffe, aber kein Harz. Sie gehören den tropischen Florengebieten an, und mehrere derselben bilden lichte Bestände. Die Arten mit säulenförmigem Strunke haben das Ansehen niederer Palmen und erreichen die Höhe von 12 m. Fossile Cycadeen werden in den Schichten der paläozoischen, mesozoischen und tertiären Periode gefunden. Die Zahl der jetzt lebenden Arten beträgt ungefähr 100.



Bestand aus Cycadeen. (Nach einer Photographie.) Vgl. Text, S. 636.

23. Stamm: Coniferae, Coniferen.

Umfaßt die Familien: Abietaceae, Auracariaceae, Taxodiaceae, Cupressaceae, Taxaceae.

Bäume und Sträucher mit verzweigtem Stamme und ungeteilten, assimilierenden, grünen Laubblättern. Die im Kreis gestellten und zu einem Cylinder vereinigten Gefäßbündel wachsen am äußeren Umfange, und der jährliche Zuwachs erscheint am Stammquerschnitte als Jahresring. Das sekundäre Holz enthält keine Gefäße. Die älteren Stammgebilde sind mit einer Borke bedeckt, an welcher die Spuren der abgestorbenen Blätter nicht mehr zu erkennen sind. Die Laubblätter sind bei mehreren Taxaceen und Auracariaceen flächenförmig ausgebreitet, sonst nadel- oder schuppenförmig. Bei einigen Gattungen erscheinen sie entlang einer Schraubenlinie, bei anderen in wirteliger Anordnung; im letzteren Falle werden die Wirtel aus zwei oder drei Gliedern gebildet. Die Triebe, welche die Blätter in schraubiger Anordnung tragen, sind entweder sehr kurz, und dann stehen die Blätter gehäuft beisammen (Kurztriebe), oder sie sind verlängert, und die Blätter sind auseinandergerückt (Langtriebe). Die Gattung Larix entwickelt Kurztriebe und Langtriebe (s. S. 476), die Gattung Abies nur Langtriebe. Die Blüten sind einhäusig oder zweihäusig. Die Pollenblätter sind an einer aufrechten Spindel ährenförmig gruppiert (s. Abbildung, S. 123, Fig. 16, S. 142, Fig. 2 und 3, und S. 143, Fig. 3). Der Pollen ist stäubend und wird durch die Luftströmungen zu den Samenanlagen gebracht. Das in den Pollenzellen enthaltene Spermatoplasma wird mittels eines Schlauches aus Zellstoff zu jenen Stellen hingeleitet, wo die Vereinigung mit dem Ooplasma erfolgen soll (s. S. 412). Die Samenanlagen werden von Fruchtschuppen getragen. Bei den Taxaceen sind diese nur wenig entwickelt, und die Samenanlagen werden von ihnen nicht verhüllt, bei den anderen Familien sind sie deutlich ausgebildet und verhüllen die Samenanlagen. Die Cupressaceen zeigen wirtelförmig gruppierte, die anderen Familien schraubig angeordnete Fruchtschuppen. Bei den Abietaceen, Auracariaceen und Taxodiaceen sind auch noch Deckschuppen ausgebildet, welche unter den Fruchtschuppen stehen und mit diesen bei mehreren Gattungen mehr oder weniger verwachsen erscheinen. Die Fruchtschuppen von Auracaria tragen je eine, jene von Abies, Pinus 2c. je zwei, jene von Cupressus sehr zahlreiche Samenanlagen. Bei den Cupressaceen und Taxodiaceen sind die Samenanlagen aufrecht, d. h. mit der Mikropyle gegen den freien Rand der Fruchtschuppe gerichtet, bei den Auracariaceen und Abietaceen von dem freien Rande der Fruchtschuppe weg und der Achse der Fruchtanlage zugewendet (s. S. 432, und Abbildung, S. 437, Fig. 3, 4 und 6, S. 435, Fig. 7). Blumenblätter fehlen. Die einzeln stehenden, nußartigen Samen der Eibe (Taxus) sind von einem fleischigen Becher umwallt, welcher als Samenmantel (Arillus) angesprochen wird (s. Abbildung, S. 436, Fig. 1), die gepaarten Samen des Ginkgo (Ginkgo) sind pflaumenförmig (s. Abbildung, S. 437, Fig. 7). In den meisten Fällen zeigen die Samen eine harte Schale und sind nußartig. Bei den Wachholdern (Juniperus, Aceutes) werden sie von dem fleischig gewordenen Fruchtschuppen, bei den anderen Cupressaceen sowie bei den Taxodiaceen, Auracariaceen und Abietaceen von holzig gewordenen, schildförmigen oder schuppenförmigen Fruchtschuppen überdeckt. Die Früchte der Wachholder werden Beerenzapfen, jene mit holzigen Fruchtschuppen Holzzapfen genannt (s. Abbildung, S. 435—437, und Band I, S. 373). Der Keimling ist von einem reichlichen Speichergewebe umgeben (s. Abbildung, S. 435, Fig. 6). Er zeigt zwei bis viele wirtelig gestellte Keimblätter. Alle Coniferen enthalten harzige Stoffe. Die meisten Arten wachsen in geschlossenen Beständen, und mehrere bilden ausgedehnte Wälder. Darin liegt der Grund, daß die Coniferen trotz der verhältnismäßig kleinen Artenzahl in landschaftlicher Beziehung eine so wichtige Rolle spielen. Die Coniferen sind über alle Weltteile verbreitet, bewohnen aber vorzüglich Landschaften mit



Kiefer (Pinus silvestris). Vgl. Text, S. 641.



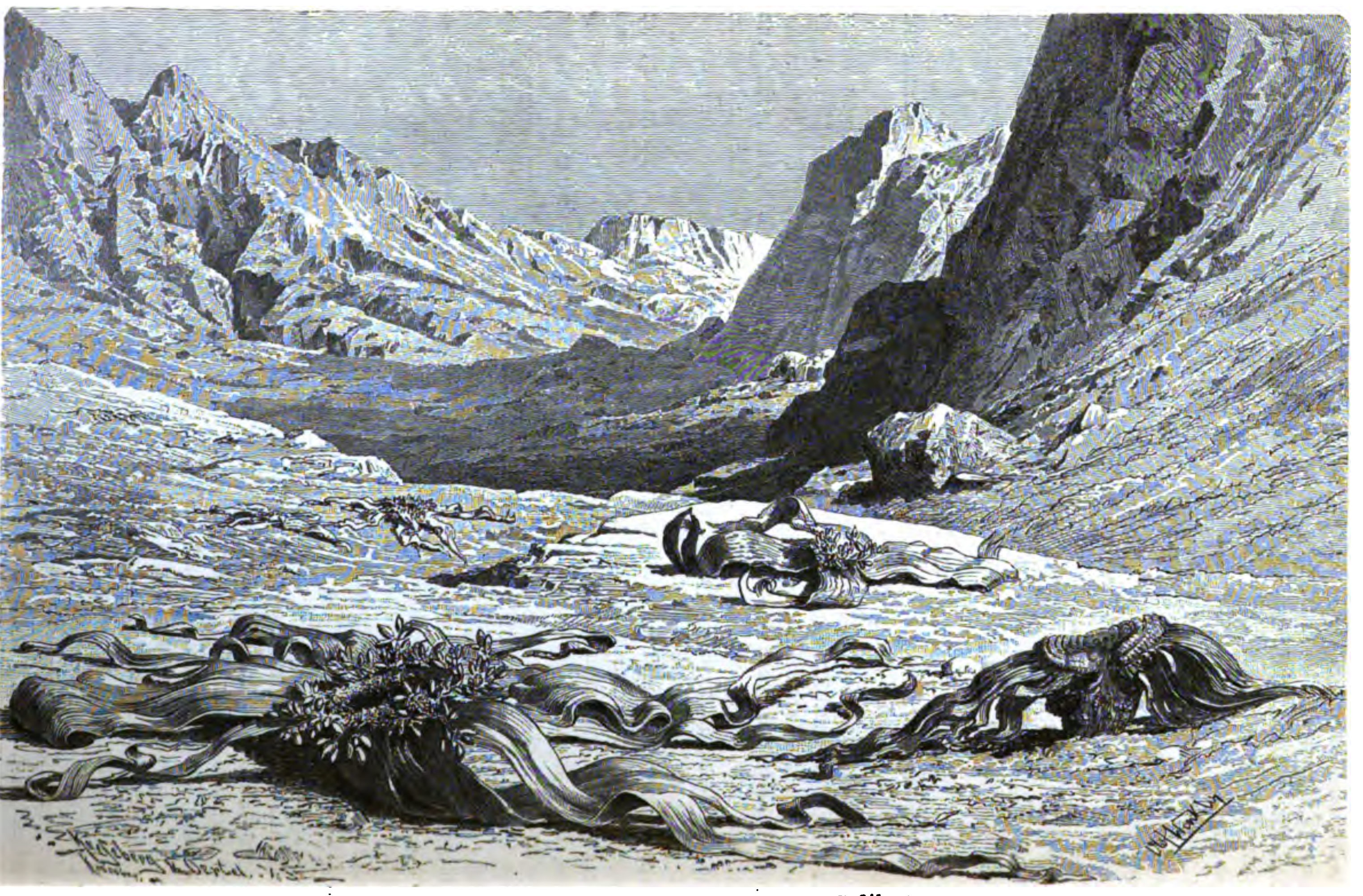
Arve (Pinus Cembra). Vgl. Text, S. 641.

gemäßigtem Klima. Den trockenen Steppengebieten fehlen sie. Die auf S. 639 abgebildete Kiefer (Pinus silvestris) findet ihre nördliche Grenze in Finmarken unter dem 70. Grad nördl. Br. und die auf S. 640 abgebildete Arve oder Zirbelkiefer (Pinus Cembra) in Sibirien unter dem 68. Grad nördl. Br. Die oberste Grenze der Arve in den Alpen wurde von mir am Stilfserjoch mit 2561 m festgestellt. Der Zwergwachholder (Juniperus nana) wird an südlichen Lehnen in den Zentralalpen noch bei 2400 m Seehöhe und im arktischen Gebiete noch unter 71 Grad nördl. Br. angetroffen. Über die Stammhöhe und das Alter der Nadelhölzer siehe Band I, S. 679 und 681. Auch sei hier auf die Abbildungen der Lärche (Larix Europaea, S. 477), der Legföhre (Pinus humilis, Band I, S. 513), der Tanne (Abies pectinata, Band I, S. 677), der Fichte (Picea excelsa, Band I, S. 385), der Tsuga Canadensis, Pinus Strobus und Thuja occidentalis (s. Band I, Tafel bei S. 455) hingewiesen. Fossile Koniferen finden sich in den Schichten der paläozoischen, mesozoischen, tertiären und diluvialen Periode. Die Zahl der jetzt lebenden bisher ermittelten Arten beträgt ungefähr 400.

24. Stamm: Gnetaceae, Gnetaceen.

Umfaßt die Gattungen: Ephedra, Gnetum und Welwitschia, welche füglich auch als Vertreter von drei Familien angesehen werden können.

Ausdauernde Gewächse mit holzigem Stamme und gegenständigen Blättern. Die in einen Kreis gestellten und zu einem Cylinder vereinigten Gefäßbündel des Stammes wachsen am äußeren Umfange, und der jährliche Zuwachs erscheint als ein Jahresring. Das sekundäre Holz enthält echte Gefäße. Die älteren Stammteile sind mit einer Borke besetzt, an welcher Ansatzpunkte abgefallener Blätter nicht zu erkennen sind. Bei der Gattung Ephedra ist der Stamm vielfach verzweigt, und das grüne Gewebe der Rinde an den Zweigen vermittelt die Kohlenstoffassimilation. Die Blätter sind am Grunde miteinander zu einer Scheide verwachsen, klein, schuppenförmig, bisweilen mit einer kurzen, fadenförmigen Spreite versehen. Bei der Gattung Gnetum ist der Stamm mit immergrünen, flächenförmig ausgebreiteten, ungeteilten Laubblättern besetzt. Bei der Gattung Welwitschia ist der dicke, kurze Stamm an dem kuchenförmigen Scheitel von einer querlaufenden Furche durchzogen und infolgedessen zweilappig. Er erhebt sich nur wenig über den Boden und entwickelt über den beiden früh absterbenden Keimblättern nur noch zwei große, wellenförmig gebogene, in lange Bänder zerklüftende, dem Boden auflagernde Laubblätter (s. Abbildung, S. 642). Die Blüten sind teils zweihäusig, teils einhäusig. Welwitschia trägt scheinzwitterige Pollenblüten und reine Fruchtblüten auf demselben Stocke. Die Pollenblätter von Ephedra und Gnetum krönen zu 2—8 das Ende einer über das Perigon emporragenden fadenförmigen Achse, jene von Welwitschia, sechs an der Zahl, stehen im Kreise um eine verkümmerte, lebhaft an einen mit Griffel und Narbe ausgestatteten Stempel erinnernde Samenanlage, haben deutliche, fadenförmige Antherenträger und sind an der Basis zu einem Becher verwachsen. Die Samenanlagen sind aufrecht, bei Ephedra mit einem einfachen, bei Gnetum und Welwitschia mit einem doppelten Integument versehen. Die Mikropyle ist tief trichterförmig (s. Abbildung, S. 409, Fig. 1) und überragt das Perigon. Sowohl die mit Pollenblättern besetzten Achsen und Becher als auch die Samenanlagen erscheinen von einer Hülle umgeben, welche als Blume, beziehentlich als Perigon gedeutet wird. Das Perigon der Pollenblüten besteht bei Ephedra aus zwei an der Basis verwachsenen, schuppenförmigen Blättern, bei Gnetum aus einem kantigen, oben zweilappigen Schlauch, und bei Welwitschia aus zwei Paaren von Blättchen, von welchen das obere Paar am Grunde verwachsen ist. Das Perigon der Fruchtblüten ist in allen Fällen schlauchförmig und an der Mündung zusammengezogen.



Welwitschia mirabilis in der Wüste Kalahari. Vgl. Text, S. 641 und 643.

Alle Blüten sind ährenförmig gruppiert und sitzen in den Achseln schuppenförmiger Deckblätter. Die Deckblätter der Fruchtblüten von Welwitschia ordnen sich in vier Zeilen, und die Ähre hat die Form eines vierkantigen Zapfens. Der Pollen ist bei Ephedra und Gnetum und wahrscheinlich auch bei Welwitschia stäubend und wird durch Luftströmungen zur Samenanlage gebracht. Derselbe treibt Pollenschläuche, welche das Spermatoplasma zu dem Ooplasma geleiten. Die Befruchtung wurde auf S. 413 geschildert. Die aus den Samenanlagen hervorgehenden Samen enthalten ein reichliches Speichergewebe, in welchem der mit zwei Keimblättern ausgerüstete Keimling eingelagert ist. Infolge eigentümlicher Umwandlungen des Perigons und der Deckblätter entstehen verschiedene Früchte. Bei Ephedra verholzt das Perigon, und die nußähnlichen Früchtchen werden bei einigen Arten von den vier bis sechs obersten, fleischig gewordenen Deckblättern des betreffenden Ährchens umhüllt, so daß auf diese Weise eine pflaumenartige rote Frucht entsteht. Bei Gnetum wird durch Verholzen des äußeren Integumentes und durch das Saftigwerden des Perigons eine pflaumenartige Frucht gebildet. Bei Welwitschia vergrößert sich das schlauchartige Perigon, erhält zwei seitliche Flügel, und es entsteht eine trockene, geflügelte Frucht. Die Gnetaceen enthalten kein Harz. Sie sind in der Alten und Neuen Welt verbreitet und bewohnen vorwaltend Gebiete, in welchen durch lange Zeit des Jahres kein Regen fällt und zeitweilig große Trockenheit herrscht. Gnetum Gnemon ist ein ansehnlicher Baum mit aufrechtem Stamme. Die meisten Arten von Gnetum und einige Arten von Ephedra sind windende Gewächse, die anderen Ephedra-Arten stellen Rutensträucher dar (s. Band I, S. 306) und sind Steppengewächse. Ephedra distachya geht in Sibirien bis zum 66,5 Grad nördlicher Breite, Welwitschia mirabilis hat ihre Heimat in den Wüsten des südwestlichen Afrika. Der über dem Boden sich erhebende Teil des Stammes erreicht einen Umfang von 4 m; die beiden lederigen Laubblätter, welche viele Jahre hindurch als Assimilationsorgane thätig sind, wachsen an der Basis fort und fort in die Breite. Ihre riemenförmigen, auf den Boden hingestreckten Teile sind von parallelläufigen Strängen durchzogen und werden ungefähr 3 m lang. In ihren Achseln entspringen, in zwei halbkreisförmige Zonen geordnet, die rispenförmig gruppierten Blütenähren, beziehentlich die steif aufrechten rispenförmig geordneten Fruchtzapfen, welche durch ihre scharlachrote oder bisweilen gelbe Farbe in der fast pflanzenleeren Wüste sehr auffallen. Die Abbildung auf S. 642 ist nach einem dem botanischen Museum der Wiener Universität von dem Entdecker dieser überaus merkwürdigen Pflanze, Welwitsch, seiner Zeit zugesendeten Bilde angefertigt. Fossile Reste von Gnetaceen findet man in den Schichten der paläozoischen Periode (Stephanosperma in der Steinkohle). Die Zahl der jetzt lebenden, bisher unterschiedenen Arten beträgt ungefähr 50.

2. Reihe: Phanerogamen, deren Samenanlagen in einem Fruchtknotengehäuse geborgen sind. Der Pollen gelangt auf das Narbengewebe des Fruchtknotengehäuses und treibt dort Pollenschläuche, welche das Spermatoplasma zu der Mikropyle der Samenanlage geleiten: Bedecktsamige Phanerogamen oder Angiospermeen.

1. Gruppe: Angiospermeen, deren Keimling nur ein Keimblatt entwickelt: Monokotyledoneen.

* Monokotyledoneen, deren Gefäßbündel auf dem Querschnitte des Stammes zerstreut und niemals im Kreise geordnet sind: Diasporinodeen.[1]

25. Stamm: Pandanales, Schilfe.

Umfaßt die Familien: Pandanaceae, Sparganiaceae, Typhaceae, Centrolepidaceae.

Einjährige Kräuter mit büscheligen Wurzeln oder ausdauernde Gewächse mit unterirdischen Rhizomen, oberirdischen kletternden Stämmen und säulenförmigem, aufrechtem

[1] διασπορά, Zerstreuung; ἰνώδης, Fasern in sich habend.

Strunke. Die Laubblätter lineal, bandförmig oder dreikantig und schwertförmig, von parallelläufigen Hauptsträngen durchzogen. Die Blüten an dicken Achsen ährenförmig oder köpfchenförmig zusammengedrängt, scheinzwitterig oder einhäusig. Blumenblätter fehlen, aber es finden sich an ihrer Stelle häutige Schuppen und Haare. Jede Fruchtanlage wird von einem besonderen Stiele getragen. Bei den Typhaceen ist dieselbe nur aus einem, bei den anderen Familien gewöhnlich aus mehreren Fruchtblättern gebildet. Die Pollenblätter sind büschelförmig oder traubenförmig gruppiert. Der Pollen ist stäubend. Der Same enthält ein besonderes Speichergewebe; jener der Sparganiaceen und Typhaceen öffnet sich bei der Keimung mit einem Deckel (s. Abbildung, Band I, S. 566, Fig. 11—13). Die Pandanaceen, von welchen eine Art mit säulenförmigen Strunke Band I, S. 715, und eine kletternde Art auf der Tafel Band I, bei S. 630, „Lianen im Urwalde auf Ceylon" im Vordergrunde links dargestellt ist, sind auf die Tropen, die Centrolepidaceen auf die Küstenländer der Südsee beschränkt. Eine Art der Gattung Sparganium findet sich in kalten Wasseransammlungen in den Zentralalpen noch in der Seehöhe von 2500 m. **Typha latifolia** ist auf der Tafel bei S. 645 abgebildet. In den Schichten der mesozoischen und tertiären Periode finden sich fossile Reste, von welchen behauptet wird, daß sie zu den Gattungen Typha und Sparganium gehören. Unzweifelhafte Reste von Typha kommen im diluvialen Kalktuffe vor. Die Zahl der jetzt lebenden, bisher ermittelten Arten beträgt ungefähr 130.

26. Stamm: Najadoideae, Najaden.

Umfaßt die Familien: Zosteraceae, Halophilaceae, Posidoniaceae, Cymodoceaceae, Zanichelliaceae, Najadaceae.

Wasserpflanzen mit länglichen, bandförmigen oder borstenförmigen, ungeteilten, bisweilen gezähnten Laubblättern. Blüten ein- oder zweihäusig, untergetaucht. Blumenblätter fehlen. Fruchtanlage aus einem einzelnen oder aus mehreren getrennten Fruchtknoten gebildet; in letzterem Falle sind die gebüschelten Fruchtanlagen an der Basis von einer Hülle umgeben. Jedes Fruchtblatt trägt eine Samenanlage. Pollenblätter 1—3. Der Pollen gelangt unter Wasser zu den Narben. Die Narben sind vermöge ihrer Form zum Auffangen des schwimmenden Pollens geeignet. Die Schale der Frucht springt bei der Keimung des eingeschlossenen Samens unregelmäßig auf. Samen ohne besonderes Speichergewebe. Die Najadoideen leben vorwiegend in brackischem und salzigem Wasser. Mehrere derselben wachsen gesellig und bilden unter Wasser ausgedehnte Bestände, so namentlich die Cymodoceaceen und die unter dem Namen Seegras bekannten Zosteraceen. Fossile Najadoideen sind nicht bekannt. Die Zahl der jetzt lebenden Arten beträgt ungefähr 40.

27. Stamm: Potamogetoneae, Laichkräuter.

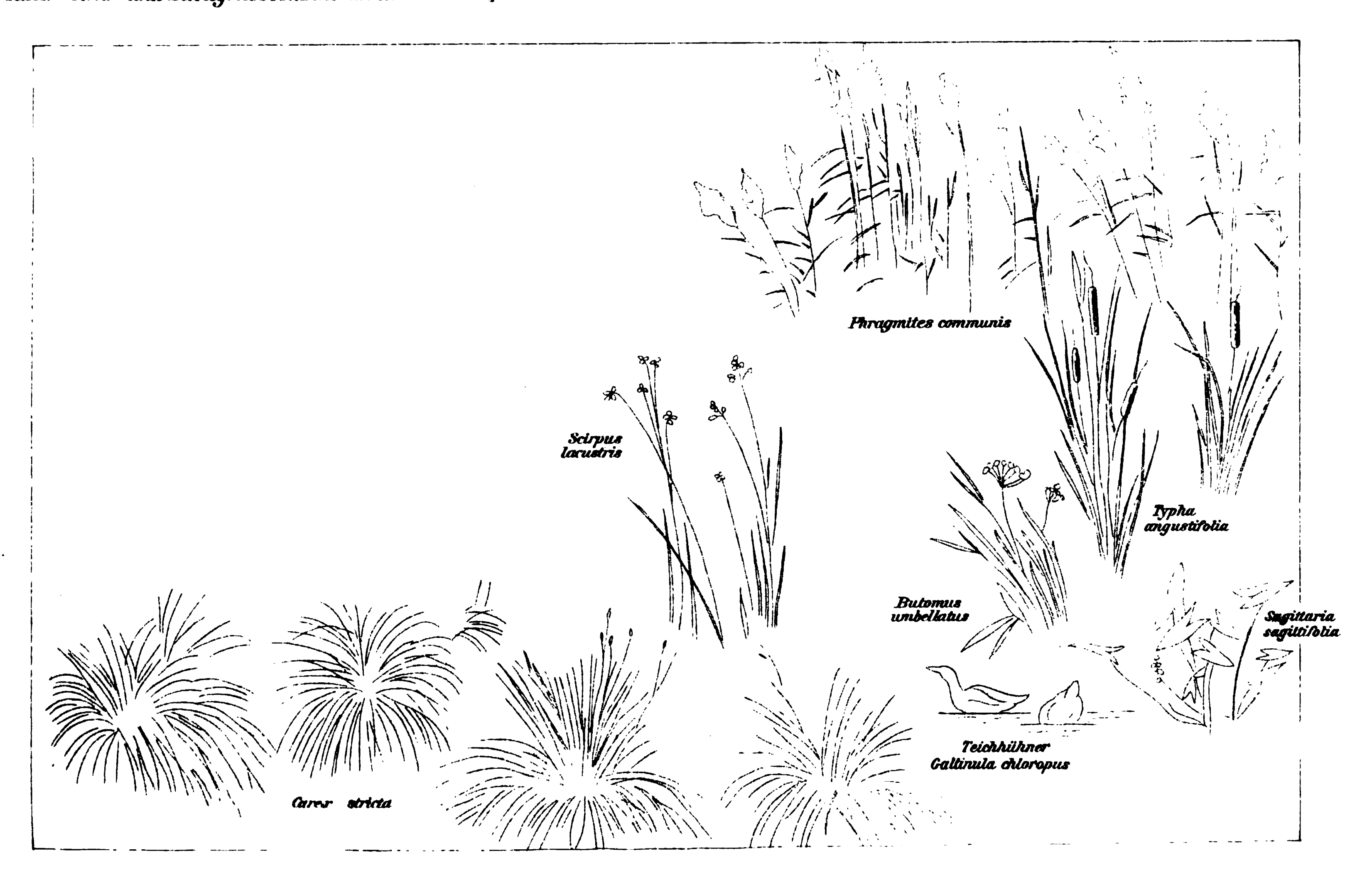
Umfaßt die Gattungen Potamogeton und Ruppia.

Wasserpflanzen mit langen, flutenden Stengeln. Die von diesen Stengeln ausladenden Laubblätter sind fadenförmig oder bandförmig, ungeteilt, bisweilen an den Rändern gezähnt (s. Abbildung, Band I, S. 515), jene, welche der Oberfläche des Wassers aufliegen, mitunter scheibenförmig. Ihre Spreite ist von parallelläufigen oder krummläufigen, durch spangenförmige Anastomosen gitterförmig verbundenen Hauptsträngen durchzogen. Die Blüten sind zwitterig, ährenförmig gruppiert. Die Blütenähren ragen zur Zeit der Blüte über das Wasser empor (s. Abbildung, S. 146). Blumenblätter fehlen. Fruchtanlage viergliederig. Jedes Fruchtblatt birgt eine Samenanlage. Pollenblätter 2—4, mit blattartigem, meistens schalenförmig ausgehöhltem und an ein Perigonblatt erinnerndem Konnektiv. Pollen stäubend (s. Abbildung, S. 146). Früchte steinfruchtartig, einsamig, bei der Keimung des Samens sich mit einem Deckel

ROHR- UND RIEDGRASBESTÄNDE an der Donau in Ungarn.

(Nach Aquarell von Anton v. Kerner.)

[Zur Tafel: »*Rohr- und Riedgrasbestände an der Donau*«.]



öffnend. Der Same ohne besonderes Speichergewebe. Die Mehrzahl der Laichkräuter lebt in süßem Wasser; einige gedeihen nur in lebhaft strömenden Gebirgsbächen. Die Ruppien bewohnen brackisches Wasser. Mehrere Arten der Gattung Potamogeton inkrustieren mit Kalk und tragen zur Bildung von Süßwasserkalk-Ablagerungen bei (s. Band I, S. 240). Reste fossiler Potamogetoneen wurden in den Schichten der tertiären und diluvialen Periode gefunden. Die Zahl der jetzt lebenden, bisher ermittelten Arten beträgt ungefähr 60.

28. Stamm: Alismeae, Wasserliesche.

Umfaßt die Familien: Aponogetaceae, Alismaceae, Butomaceae.

Sumpf- und Wasserpflanzen mit unterirdischem Stamme, von welchem die aufrechten, schaftartigen, blütentragenden Stengel abzweigen. Die Laubblätter grundständig, ihre Spreite bandförmig, scheibenförmig und pfeilförmig, von parallel- oder krummläufigen, durch spangenförmige Anastomosen gitterförmig verbundenen Hauptsträngen durchzogen. Die Blüten entfalten sich über dem Wasser, sind zwitterig oder scheinzwitterig, aktinomorph. Blumenblätter in 2 dreigliederige Wirtel geordnet. Die Blätter des oberen oder beider Wirtel kronenartig. Bei den Aponogetaceen ist die Blume bisweilen auf drei, zwei oder ein Blatt beschränkt. Fruchtanlage oberständig aus zwei bis vielen dreigliederigen Fruchtblattwirteln aufgebaut. Die Fruchtblätter bilden getrennte oder an den eingeschlagenen Rändern verwachsene Fruchtknoten, deren jeder mehrere, oft sogar sehr viele Samenanlagen birgt (s. Abbildung, S. 74, Fig. 7 und 8). Andröceum aus zwei bis vielen dreigliederigen Wirteln gebildet (s. Abbildung, S. 289, Fig. 9). Pollen haftend. Austrocknende, bei der Reife zerfallende Sammelfrucht. Same ohne besonderen Nahrungsspeicher. Die Wasserviole (Butomus umbellatus) und das Pfeilkraut (Sagittaria sagittifolia) erscheinen auf der beistehenden Tafel „Rohr- und Riedgrasbestände im ungarischen Tieflande" abgebildet. Fossile Wasserliesche wurden mit Sicherheit noch nicht nachgewiesen. Die Zahl der lebenden, bisher bekannt gewordenen Arten beträgt ungefähr 80.

29. Stamm: Juncagineae, Juncagineen.

Umfaßt die Gattungen Scheuchzeria und Triglochin.

Sumpfpflanzen mit unterirdischem Stamme, von welchem die aufrechten, schaftartigen, blütentragenden Stengel abzweigen. Die Laubblätter lang, schmal, lineal. Die Blüten trauben- oder ährenförmig angeordnet, zwitterig, aktinomorph. Blumenblätter in 2 dreigliederige Wirtel geordnet, unscheinbar, schuppenförmig, grünlich, muldenförmig ausgehöhlt (s. Abbildung, S. 147, und Band I, S. 605, Fig. 3 und 4). Fruchtanlage oberständig aus 2 dreigliederigen Fruchtblattwirteln aufgebaut. Die Fruchtblätter bilden getrennte oder an den eingeschlagenen Rändern verwachsene Fruchtknoten, deren jeder 1—2 Samenanlagen birgt. Andröceum aus 2 dreigliederigen Wirteln gebildet. Die Wirtel des Andröceums bei Triglochin mit den Wirteln der Blumenblätter abwechselnd. Pollen stäubend. Spaltfrucht oder bei der Reife zerfallende Sammelfrucht. Same ohne besonderen Nahrungsspeicher mit geradem Keimlinge. Fossile Juncagineen sind mit Sicherheit nicht nachgewiesen. Die Zahl der jetzt lebenden, bisher bekannt gewordenen Arten beträgt 12.

30. Stamm: Hydrochariteae, Nixenkräuter.

Umfaßt die Familien: Stratiotaceae, Otteliaceae, Hydrocharitaceae, Thalassioidaceae, Blyxeaceae, Hydrillaceae, Vallisneriaceae.

Wasserpflanzen mit gedrängt stehenden Laubblättern, deren bandförmige, schwertförmige, längliche oder scheibenförmige, ganzrandige, bisweilen gesägte Spreite von parallel-

oder krummläufigen, durch spangenförmige Anastomosen gitterförmig verbundenen Hauptsträngen durchzogen ist (s. Abbildung Bd. I, S. 593, Fig. 2). Die Blüten, beziehentlich Blütenstände sind an der Basis von einer Hülle umgeben. Die Blüten entfalten sich über Wasser, sind zwitterig oder scheinzwitterig. Die Blumenblätter sind in 1—2 dreigliederige Wirtel geordnet. Fruchtanlage unterständig, die Fruchtblätter zu einem einzigen Fruchtknoten verbunden, von welchem 3—15 Narben ausgehen. Samenanlagen zahlreich. Andröceum aus 1—4 dreigliederigen Wirteln gebildet. Pollen haftend. Bei einigen Gattungen, deren Blumenblätter klein und unscheinbar sind (Vallisneria, Hydrilla, Elodea) lösen sich die Pollenblüten von ihren Stielen und gelangen schwimmend zu den Fruchtblüten (s. Abbildung, S. 130, und Band I, S. 626); bei den anderen, welche mit kronenartigen Blumenblättern ausgestattet sind und Honig in den Blüten bergen, kann die Übertragung des Pollens durch Insekten erfolgen. Frucht fleischig. Samen ohne besonderen Nahrungsspeicher. Die Mehrzahl der Nixenkräuter lebt in süßen stehenden Gewässern der wärmeren Gegenden. Die Überwinterung der Wasserschere (Stratiotes aloides) wurde in Band I, S. 515 besprochen. Fossile Ottaliaceae und Vallisneriaceae finden sich in den Schichten der tertiären Periode. Die Zahl der jetzt lebenden, bisher bekannt gewordenen Arten beträgt ungefähr 40.

31. Stamm: Lemnaceae, Wasserlinsen.

Umfaßt die Gattungen Lemna und Wolffia.

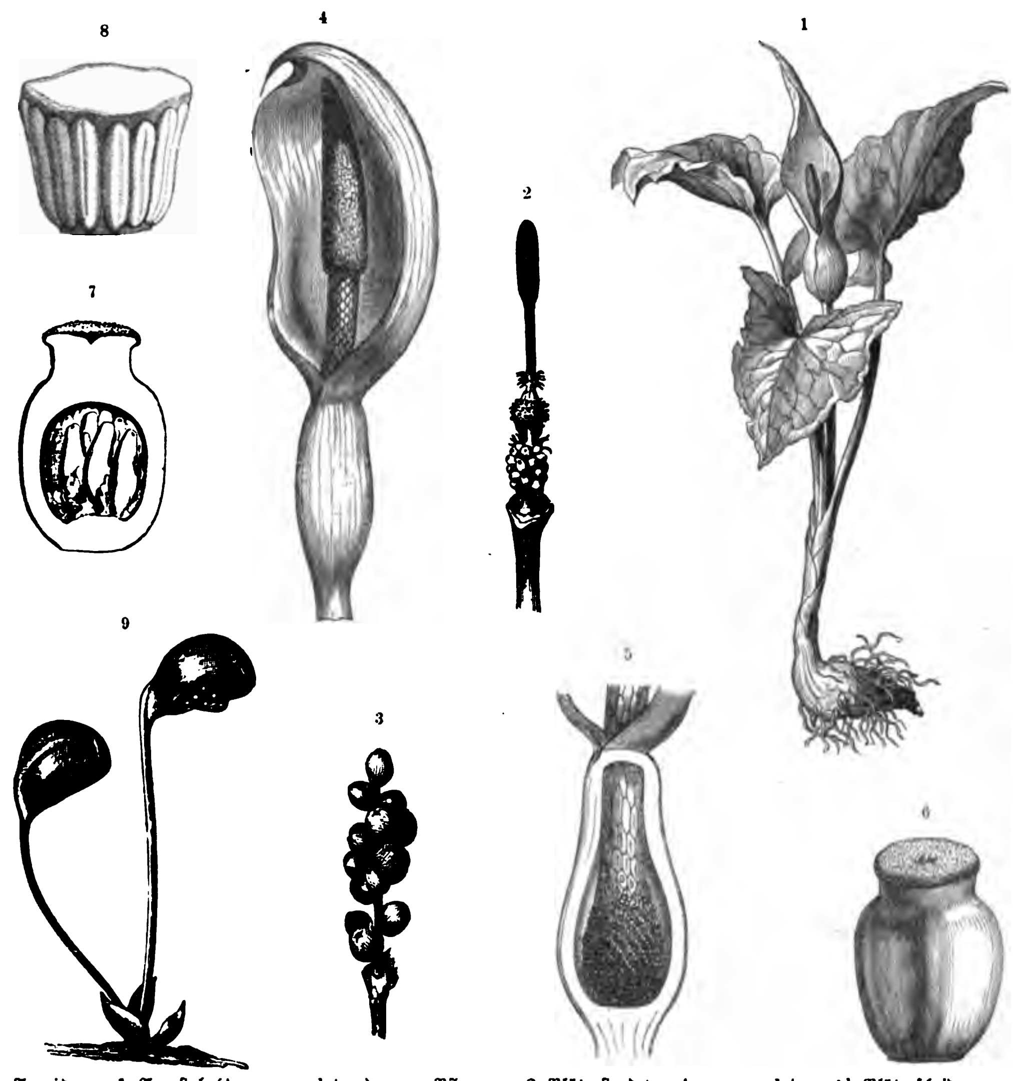
Wasserpflanzen. Die Sprosse teilweise in Phyllokladien umgewandelt. Die Blüten von einer dünnen Scheide umgeben, einhäusig. Blumenblätter fehlen. Die Fruchtblüte besteht aus einem Fruchtblatt, und dieses umschließt eine einzige Samenanlage. Die Pollenblüte besteht aus einem Pollenblatt, welches in einen fadenförmigen Träger und eine Anthere gegliedert ist. Der Same ist mit einem Deckel versehen, welcher bei der Keimung abgeworfen wird. Die Wasserlinsen vermehren sich übrigens nur selten mittels Samen; massenhaft dagegen durch Ableger. Sie sind mit Ausnahme des arktischen und antarktischen Gebietes über die ganze Welt verbreitet. Fossile Reste sind nicht bekannt. Die Zahl der jetzt lebenden Arten beträgt ungefähr 20.

32. Stamm: Aroideae, Arongewächse.

Umfaßt die Familien: Pistiaceae, Araceae, Colocasiaceae, Philodendraceae, Lasiaceae, Callaceae, Monsteraceae, Pothoidaceae, Acoraceae.

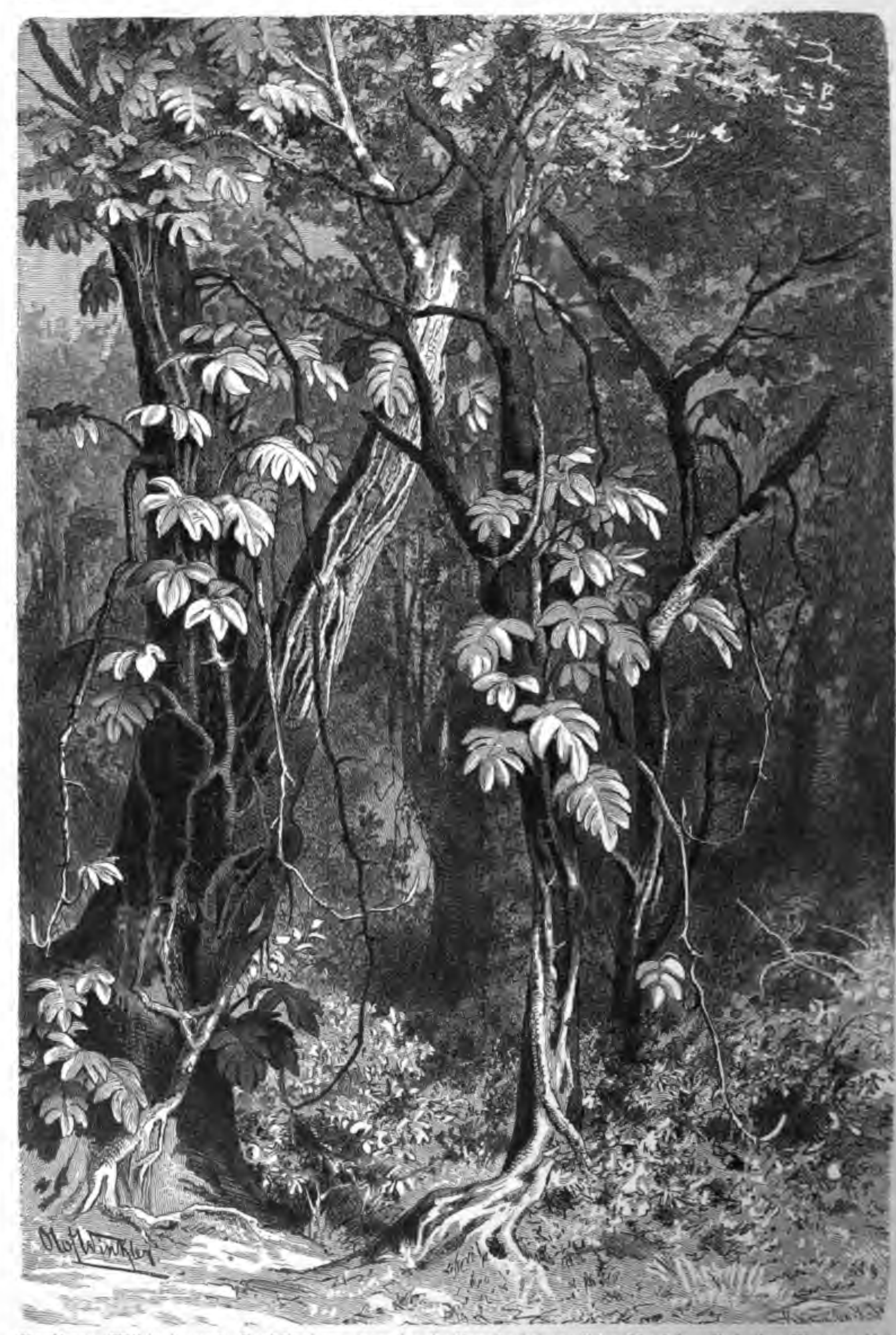
Ausdauernde Pflanzen mit Knollen, Rhizomen und kletternden Stämmen, die mit großen, in der Knospenanlage zusammengerollten Laubblättern besetzt sind. Die durch die Blattspreite ziehenden Hauptstränge sind durch schlingenförmige und netzförmige Anastomosen verbunden. Die Blüten sitzen auf einem unverzweigten, fleischigen Kolben, der von einem großen Hüllblatte scheidenförmig umfaßt wird (s. Abbildung, S. 110, Fig. 1, S. 160 und S. 647, Fig. 1, 4, 5 u. 9). Die Blüten einhäusig oder zwitterig. Die Blütenblätter in zwei-, drei- oder viergliederigen Wirteln. Blumenblätter unscheinbar, häufig durch Schuppen und Borsten ersetzt, bisweilen auch fehlend. Die Fruchtanlage besteht nur aus einem Fruchtblatte. Der einfächerige Stempel enthält grundständige Samenanlagen (s. S. 647, Fig. 6 u. 7). Das Andröceum zeigt eine außerordentliche Mannigfaltigkeit. Jenes der Collocasia antiquorum (s. S. 447, Fig. 8) besteht aus wirtelig gestellten Pollenblättern, die zu einer kurzen Säule verwachsen sind. Der Keimling liegt in der Achse eines besonderen Speichergewebes. Die Pistiaceen sind schwimmende Gewächse mit rosettig gruppierten Blättern, die Araceen, für welche der Aronstab (s. S. 647, Fig. 1, 2 u. 3) als Vorbild dienen mag, haben unterirdische, meist

knollige Stammgebilde, von welchen sich die unter der Erde angelegten Laubblätter und ebenso die schaftartigen Träger des Kolbens erheben. Auch zahlreiche Arten aus den anderen Familien, namentlich aus den Gattungen Ariopsis, Caladium, Dracontium, Amorphophallus haben unterirdische Knollen. Der auf Sumatra heimische Amorphophallus Tita-



Aroideen: 1. Aronstab (Arum maculatum), ganze Pflanze. — 2. Blütenstand von Arum maculatum; die Blütenscheide weggeschnitten. — 3. Fruchtstand derselben Pflanze. — 4. Blütenstand von Colocasia antiquorum. — 5. Der untere Teil desselben Blütenstandes mit aufgeschnittener Blütenscheide. — 6. Fruchtanlage derselben Pflanze. — 7. Dieselbe Fruchtanlage im Längsschnitte. — 8. Die zu einer Säule verbundenen Pollenblätter einer Blüte von Colocasia antiquorum. — 9. Ariopsis peltata. — Fig. 2, 5 und 9 in natürlicher Größe; Fig. 1, 3 und 4 verkleinert; Fig. 6, 7 und 8 etwas vergrößert. Vgl. Text, S. 646 und 649.

num hat einen Knollen von 5 dcm Durchmesser; von diesem erheben sich Laubblätter über die Erde, deren Stiel 2—5 m lang und 1 dcm dick und deren Abschnitte 3 m lang werden; der schaftartige Träger des Kolbens erreicht die Höhe von 0,5—1 m, das Hüllblatt des Kolbens 7—8 dcm und der ganze Kolben 1,5 m. Einige Arten der Gattung Montrichardia und Philodendron zeigen aufrechte cylindrische Stämme, und die unter dem Namen Schlangenwurz bekannte Calla palustris besitzt Rhizome, welche auf den dunkeln Schlamm der Moore



Aroideen (Philodendraceen): Raphidophora decursiva im Urwalde des tropischen Himalaja. (Nach einer Photographie.)
Vgl. Text, S. 649.

hingestreckt sind. Auch der Kalmus (Acorus Calamus) besitzt wagerecht im Schlamme kriechende Rhizome. Viele tropische Aroideen, namentlich aus der Familie der Monsteraceen und Pothoidaceen,* schmiegen sich mit ihren Stämmen an die Borke alter Bäume an, halten sich mit ihren Luftwurzeln an denselben fest, klettern von Baum zu Baum und machen den Eindruck von Lianen. Als Vorbild für diese Form der Aroideen kann die auf S. 648 dargestellte **Raphidophora decursiva** aus dem tropischen Himalaja dienen. Manche dieser kletternden Aroideen senden auch Luftwurzeln in die feuchte Luft des Urwaldes (s. Band I, S. 207). Bisweilen erreichen die Luftwurzeln den Waldgrund, wurzeln dort an und erscheinen dann wie Taue ausgespannt (s. Abbildung, Band I, S. 339). Die alten, dunkeln Stämme dieser tropischen Aroideen sind mit hellen Blattnarben besetzt. Die Mehrzahl der Aroideen ist auf die Tropen der Alten und Neuen Welt beschränkt. In den gemäßigten Zonen finden sich kaum 8 Prozent der bisher bekannt gewordenen Arten. Am weitesten gegen Norden verbreitet ist der Kalmus (Acorus Calamus), der gefleckte Aronstab (Arum maculatum) und die Schlangenwurz (Calla palustris). Die durch ihre vorläufigen Blüten ausgezeichnete Ariopsis peltata (s. Abbildung, S. 647, Fig. 9) findet sich im Himalaja noch in der Seehöhe von 1600 m. Fossile Araceen kennt man nur wenige aus den Ablagerungen der mesozoischen und tertiären Periode. Die Zahl der jetzt lebenden, bisher unterschiedenen Arten beträgt ungefähr 900.

33. Stamm: Cyclantheae, Cyklantheen.

Umfaßt die Familien Carludoviceae und Cyclanthaceae.

Ausdauernde Pflanzen mit unterirdischen, wagerechten Rhizomen oder kurzen, säulenförmigen, bisweilen auch verlängerten und kletternden Stämmen, die mit starren, vorn zweispaltigen oder fächerförmig geteilten Laubblättern besetzt sind. Die Spreite der Blätter ist der Länge nach gefaltet und von parallel-, krumm- oder fächerläufigen Hauptsträngen durchzogen. Die Blüten werden von einem aufrechten, unverzweigten, fleischigen Kolben getragen, der im Jugendzustande von 2—6 übereinanderstehenden, scheidenförmigen Deckblättern eingehüllt ist. Die Blüten sind einhäusig und die Blütenblätter in zwei-, drei- oder viergliederige Wirtel geordnet. Die fehlenden Blumenblätter sind durch Schuppen und Fäden ersetzt. Pollen mehlig. Die in die fleischige Masse des Kolbens eingesenkten Stempel bergen zahlreiche Samenanlagen, welche von 2—4 leistenförmigen Samenpolstern entspringen. Der Keimling liegt in der Nähe des Nabels in einem besonderen Speichergewebe. Die Cyclantheen sind auf das tropische Amerika beschränkt. Fossile Reste sind mit Sicherheit noch nicht nachgewiesen. Die Zahl der jetzt lebenden Arten beträgt ungefähr 50.

34. Stamm: Palmae, Palmen.

Umfaßt die Familien: Coryphaceae, Borassaceae, Lepidocaryaceae, Ceroxylonaceae, Phytelephantaceae.

Gewächse mit holzigem, cylindrischen, ausgefülltem Stamm und starren, handförmig oder fiederförmig zerteilten, großen, in der Knospenanlage gefalteten Laubblättern. Die Abschnitte der Blattspreite sind von parallel- oder fächerläufigen Strängen durchzogen. Die Blüten sitzen auf einem ästigen, fleischigen Kolben, der von einem großen Hüllblatte scheidenförmig umfaßt wird (s. Abbildung, Band I, S. 636, Fig. 3). Sie sind scheinzwitterig, ein- oder zweihäusig, aktinomorph. Die Blumenblätter in 2 dreigliederige Wirtel geordnet, unscheinbar. Die Fruchtanlage aus drei zu einem Gehäuse verbundenen Fruchtblättern gebildet. Auf jedes Fruchtblatt kommt eine Samenanlage. Das Andröceum aus 2 dreigliederigen Wirbeln gebildet. Pollen mehlig, stäubend. Frucht beeren-, steinfrucht- oder nußartig, dreisamig oder infolge der Verkümmerung zweier Samenanlagen nur einsamig. Der



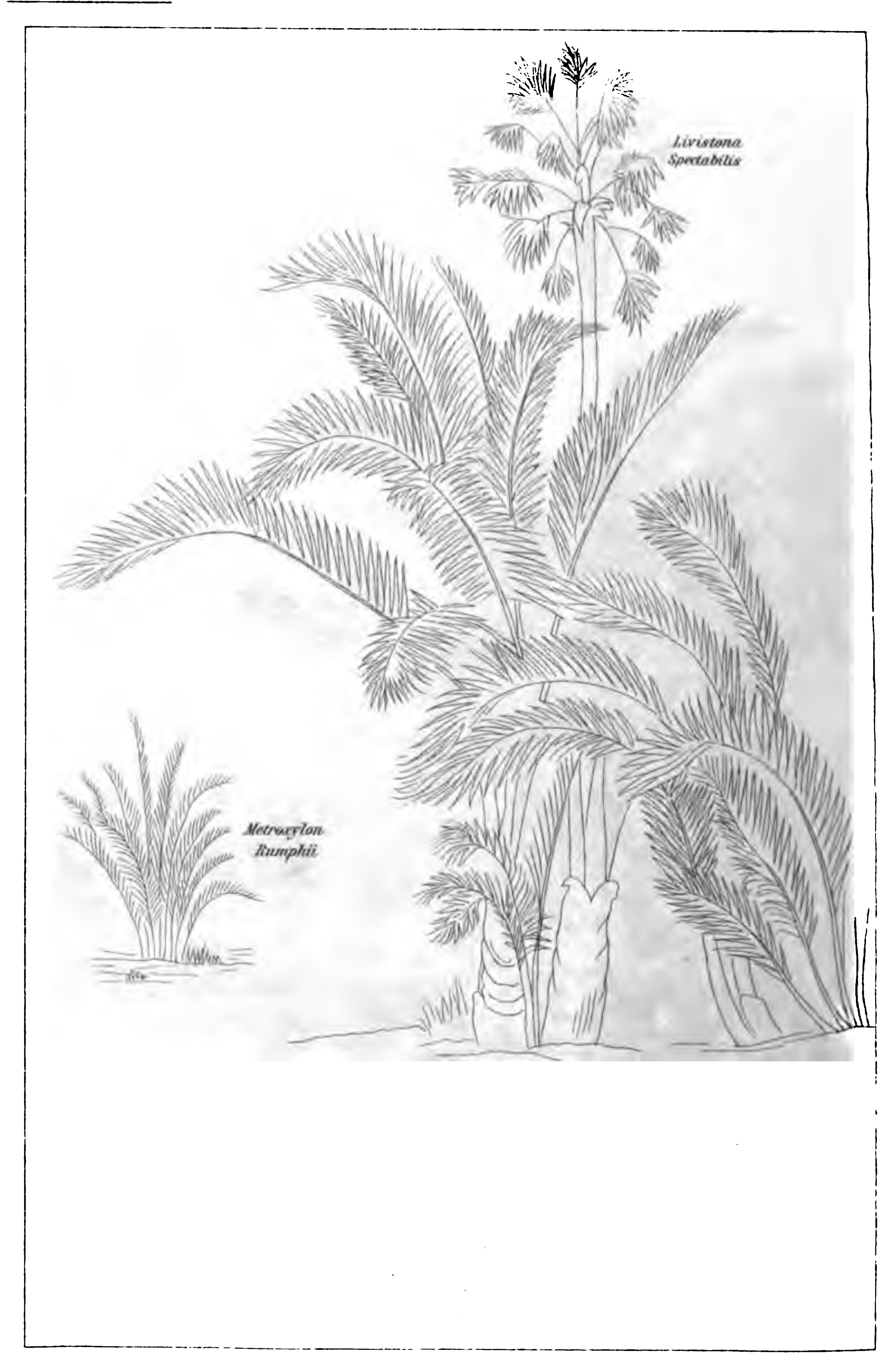
Palmen: Ein von Kletterpalmen durchsetzter Urwald auf Ceylon; im Vordergrunde rechts: Areca disticha. (Nach der Natur von v. Ransonnet.) Vgl. Text, S. 651.



PALMEN.

(Nach Aquarell von J. Selleny.)

[Zur Tafel: » *Palmen* «]



Keimling ist in ein besonderes Speichergewebe eingebettet und liegt in einer Vertiefung in der Nähe des Nabels. Die sogenannten Zwergpalmen haben einen Strunk, der sich nur wenig oder gar nicht über den Boden erhebt. Die Mehrzahl der Palmen besitzt aber einen aufrechten, säulenförmigen Strunk, der von einem Büschel großer, dicht zusammengedrängter Blätter gekrönt wird (s. Band I, Tafel bei S. 672, und S. 265). Bei mehreren erreichen die säulenförmigen Strünke die Höhe von 30, bei einer Art (Ceroxylon andicola) sogar 57 m. Die sogenannten Kletterpalmen haben schlanke, in weiten Abständen mit Blättern besetzte, verästete Stämme, welche mit Hilfe der an den Blättern angebrachten widerhakigen Stacheln in die Kronen der Bäume emporklettern, sich von Baum zu Baum hinziehen und den Eindruck von Lianen machen (s. Abbildung, Band I, S. 336, 635, 636). Die Stämme solcher Kletterpalmen erreichen die Länge von 150—200 m und liefern den „Rotang" oder das „spanische Rohr". Die in Indien von v. Ransonnet nach der Natur ausgeführte Zeichnung, welche auf S. 650 wiedergegeben ist, zeigt das Innere eines von Kletterpalmen durchsetzten Waldes, in welchem zwei Einheimische den gesammelten Rotang in Kränze winden. Die alten Stämme der Palmen sind entweder glatt und mit den Narben der abgelösten Blätter besetzt, oder sie tragen noch die verwitterten Ansätze der Blätter in Form zerfaserter Schuppen. Manche sind auch mit Stachelkränzen und Stachelkämmen bewehrt. Die Laubblätter sind in der Knospenlage gefaltet und ungeteilt; wenn sie sich späterhin entfalten, so zerreißen sie entlang den Falten, und die Spreite ist dann entweder handförmig oder fiederförmig geteilt. Man unterscheidet danach die Palmen als Fächerpalmen und Fiederpalmen (s. die nebenstehende Tafel „Fieder- und Fächerpalmen"). Die Abschnitte sind lineal oder dreieckig, bei Caryota haben sie eine trapezoidische Gestalt (s. Abbildung, Band I, S. 286). An manchen jungen Fiederpalmen zerreißt das Blatt nur an dem freien Ende in zwei spitze Lappen. Auf dem Bilde S. 650 stehen im Vordergrunde rechts zwei solche junge Palmen mit zweilappigen Blättern (Areca disticha). Über den Umfang der Palmenblätter und über den riesigen Blütenstand der Corypha umbraculifera s. Band I, S. 264 und 704. Die Blütenscheide erreicht bei Oreodoxa regia die Länge von 2,5 m. Die Früchte mancher Arten, wie z. B. der Chamaerops excelsa, machen den Eindruck kleiner Traubenbeeren, andere zählen zu den größten und schwersten Früchten. Die unter dem Namen „Seschellennuß" oder „Malediviſche Nuß" bekannte Frucht der Lodoicea Sechellarum ist 350 mm lang, 326 mm breit, 180 mm dick und wiegt 15 kg.

Die meisten Palmen sind in dem Erdgürtel zwischen 30° nördl. Br. und 35° südl. Br. heimisch. Einige sind durch diesen ganzen Erdgürtel verbreitet, mehrere Gattungen, so namentlich **Mauritia, Oreodoxa** und **Iriartea** sind auf das tropische Amerika, andere, wie z. B. die Palmyra- oder Delebpalme (Borassus flabelliformis, s. Abbildung, Band I, Tafel bei S. 672), dann die Gattungen **Rhapis, Borassus, Caryota, Calamus** auf das tropische Gebiet der Alten Welt beschränkt. **Chamaerops humilis**, die einzige in Europa wild wachsende Palme, erreicht ihre nördliche Grenze bei 39° nördl. Br. **Ceroxylon andicola** gedeiht in den Andes bis zur Grenze des Hochwaldes (2700 m). Reste von Palmen findet man fossil in den Schichten der mesozoischen und tertiären Periode. Die Zahl der jetzt lebenden, bisher unterschiedenen Arten beträgt ungefähr 1100.

35. Stamm: Gramineae, Halmgewächse.

Umfaßt die Familien: Zeaceae, Graminaceae (Gräser), Bambusaceae (Bambusen).

Gewächse mit aufrechtem, gegliedertem Halme (culmus), zum Teile einjährig, mit büscheligen Wurzeln, zum Teile ausdauernd, mit bewurzelten Rhizomen. Die Blätter sind in eine ungeteilte, lineale, von parallelläufigen Strängen durchzogene Spreite (s. Abbildung, Band I, S. 593, Fig. 8 u. 9) und eine den Halm umfassende, von

knotenförmigen Verdickungen ausgehende Scheide gegliedert. An der Grenze von Scheide und Spreite findet sich ein Häutchen (Blatthäutchen, ligula) eingeschaltet. Blüten zwitterig, scheinzwitterig und einhäusig, einzeln oder in ährenförmiger Gruppierung in der Achsel von Deckblättern. Die Einzelblüten und die Ährchen sind ährenförmig oder rispenförmig angeordnet (s. Abbildung, S. 137). Blumenblätter fehlen. Als Ersatz derselben erscheinen zweizeilig gestellte, sehr genäherte Deckblätter, und zwar zu oberst 1—2 winzige Schüppchen, welche als lodiculae angesprochen werden, darunter ein größeres Deckblatt, das man Deckspelze und darunter ein Blättchen, das man Vorspelze genannt hat. Die Fruchtanlage wird aus einem einzigen Fruchtblatte gebildet und ist einfächerig. Dieselbe birgt eine einzige Samenanlage. Andröceum aus 1—2 zwei- oder dreigliederigen Wirteln gebildet. Pollen stäubend. Frucht eine Kornfrucht (caryopsis). Der Same enthält ein mehliges besonderes Speichergewebe. Der Keimling ist diesem Speichergewebe mit einem Teile des Keimblattes seitlich angeschmiegt (s. Abbildung, Band I, S. 559, Fig. 5). Die Glieder des Halmes sind bei den Zeaceen und bei einem Teile der Graminaceen (Andropogon, Panicum 2c.) mit Mark ausgefüllt, bei den meisten Gramineen aber hohl. Bei den Bambusen und zahlreichen tropischen Gräsern ist der aufrechte, halmförmige Stamm ausdauernd und verzweigt, und diese Pflanzen machen den Eindruck von Bäumen (s. Abbildung, Band I, S. 674). Die Bambusen erreichen die Höhe von 25 m und eine Stammdicke von nahezu 0,5 m. Die meisten Halmgewächse senden aus ihren unterirdischen Rhizomen alljährlich neue Halme über die Erde, welche am Schlusse der Vegetationszeit wieder absterben. Diese Halme werden aber selbst bei den rohrartigen und den Savannengräsern nicht über 5 m hoch. Die Fruchtblüten der Zeaceen sitzen auf einem unverästeten, von großen, scheidigen Blättern eingehüllten Kolben. Das Andröceum besteht bei der weitaus größten Zahl der Graminoideen aus einem dreigliederigen Wirtel, bei Anthoxanthum, Crypsis 2c. beobachtet man einen zweigliederigen, bei Oryza und den meisten Bambuseen zwei dreigliederige Wirtel. Das Gynäceum trägt bei den meisten Halmgewächsen zwei Narben, bei Nardus nur eine Narbe, bei den Bambusen drei Narben. Die Halmgewächse sind über die ganze Erde verbreitet. In den Tropen herrscht die größte Mannigfaltigkeit der Arten, in den gemäßigten Zonen ist die Artenzahl viel kleiner, aber die Zahl der Individuen desto größer. Unter den im arktischen Gebiete am weitesten nach Norden und in den Hochgebirgen am weitesten gegen die mit ewigem Schnee bedeckten Höhen vordringenden Phanerogamen finden sich allerwärts noch Gräser. In den Alpen ist es namentlich Poa laxa, welche noch in der Seehöhe von 3000 m angetroffen wird. Die Bambusen sind auf den tropischen und subtropischen Erdgürtel beschränkt; in den Steppen herrschen die vereinzelt stehenden rasigen Gräser, namentlich Arten der Gattung Stipa und Festuca, vor (s. Abbildung, Band I, Tafel bei S. 576). In den Landschaften, welche sich eines feuchten und kühlen Klimas erfreuen, bilden die Gräser eine geschlossene Narbe: das Grundgewebe der Wiesen. In den sumpfigen Niederungen und entlang der Flußläufe bilden rohrartige Gräser ausgedehnte, häufig reine Bestände. Ein Rohrbestand aus Phragmites communis ist auf der Tafel „Rohr- und Riedgrasbestände im ungarischen Tieflande" bei S. 645 abgebildet. Die Gräser spielen im Haushalte der Natur eine sehr wichtige Rolle. Unzählige Säugetiere sind auf dieselben als ihre wichtigste Nahrung angewiesen, und es ist kaum zweifelhaft, daß dasselbe Verhältnis auch in früheren Perioden bestanden hat. In den Steppen, Prärien, Savannen, Llanos 2c., wo Monate hindurch die Gräser verdorrt auf den Fluren stehen, werden sie auch in diesem Zustande von den Wiederkäuern abgeweidet. Reste fossiler Gräser finden sich, allerdings nur sehr spärlich, in den Schichten der tertiären und diluvialen Periode. Die Zahl der jetzt lebenden, bisher unterschiedenen Arten beträgt ungefähr 3500.



Papyrus antiquorum am oberen Nil. Vgl Text, S. 654.

36. Stamm: Cyperoideae, Riedgräser.

Umfaßt die Familien: Cariceae (Seggen), Scirpaceae (Binsen), Restiaceae.

Gewächse mit aufrechten, schaftartigen Stengeln, welche nur im unteren Teile gegliedert sind, deren oberstes Glied aber sehr verlängert ist, zum Teile einjährig mit büscheligen Wurzeln, zum Teile ausdauernd mit bewurzelten Rhizomen. Die Blätter sind in eine ungeteilte, borstenförmige oder lineale, von parallelläufigen Strängen durchzogene Spreite und eine den Stengel umfassende Scheide gegliedert. An der Grenze von Scheide und Spreite kein Blatthäutchen. Blüten zwitterig, scheinzwitterig, einhäusig und zweihäusig, von schuppenförmigen und schlauchförmigen Deckblättern gestützt, ähren- oder köpfchenförmig gehäuft. Blumenblätter fehlen, oder es finden sich an Stelle derselben wirtelig gestellte Schüppchen, Borsten und Haare ausgebildet. Die Fruchtanlage ist aus 2—3 Fruchtblättern aufgebaut. Das Andröceum wird aus 1 oder 2 dreigliederigen Wirteln gebildet. Bisweilen sind einzelne Pollenblätter unterdrückt. Pollen stäubend. Frucht kapsel- oder nußartig. Der Keimling liegt eingebettet in einem besonderen Speichergewebe am Grunde des Samens. Bei den Binsen erscheinen die Spreiten der Blätter häufig verkümmert und die Assimilation wird durch das grüne Gewebe in der Rinde der mit Mark ausgefüllten Stengel vermittelt. Solche Schäfte hat man mit dem Namen „Kalm" (calamus) belegt. Sie erreichen bei manchen Arten eine bedeutende Höhe. Jene des auf der Tafel bei S. 645 abgebildeten Scirpus lacustris werden über 1 m hoch, jene des von den Alten zur Bereitung des Papieres und verschiedener Geräte benutzten, in den Sümpfen am oberen Nil sowie in Syrien und Palästina heimischen Papyrus antiquorum oder Cyperus Papyrus (s. Abbildung, S. 653) erlangen die Höhe von 3 m und die Dicke von 1 dm. Diese Schäfte oder Kalme des Papyrus tragen auf ihrem Scheitel einen spreng-wedelförmigen Büschel von grünen fadenförmigen, gabelig geteilten Verzweigungen, welche so wie der Schaft zur Assimilation dienen, und an welchen sich auch die Blütenährchen entwickeln. Die Riedgräser verlangen zu ihrer Entwickelung der Mehrzahl nach reichliche Wasserzufuhr und finden sich demzufolge vorwaltend auf Moorgründen und im Ufergelände der Bäche und Flüsse. Auch in der Vegetationsdecke der Hochgebirge spielen sie eine hervorragende Rolle. Viele wachsen gesellig. Besonders auffallend ist in dieser Beziehung die Segge Carex stricta, deren feste Rasen wie Maulwurfshügel über das Wasser der sumpfigen Niederungen emporragen, zu Tausenden aneinandergereiht die Sümpfe des Flachlandes bestocken und in der ungarischen Niederung unter dem Namen Zsombék bekannt sind (s. die Tafel bei S. 645, „Rohr- und Riedgrasbestände im ungarischen Tieflande"). Einige Riedgräser schließen dicht zusammen und bilden das Grundgewebe der sumpfigen Wiesen in den Ebenen. Mehrere Seggen, namentlich Carex sempervirens und firma, bilden die Hauptmasse des Wasens auf unseren Alpenmatten (s. Tafel bei S. 193, „Alpiner Wasen auf dem Blaser in Tirol"). Die Cyperoideen sind über die ganze Welt verbreitet. Die Gattungen Carex, Eriophorum und Scirpus kommen in der größten Artenzahl in dem kalten und nördlich gemäßigten, die Gattungen Cyperus und Papyrus vorwiegend in dem warmen Erdgürtel vor. Die Restiaceen sind auf Südafrika und Australien beschränkt. Fossile Cyperaceen finden sich in den Schichten der tertiären und diluvialen Periode. Die Zahl der jetzt lebenden, bisher bekannt gewordenen Arten beträgt ungefähr 3000.

37. Stamm: Juncales, Simsen.

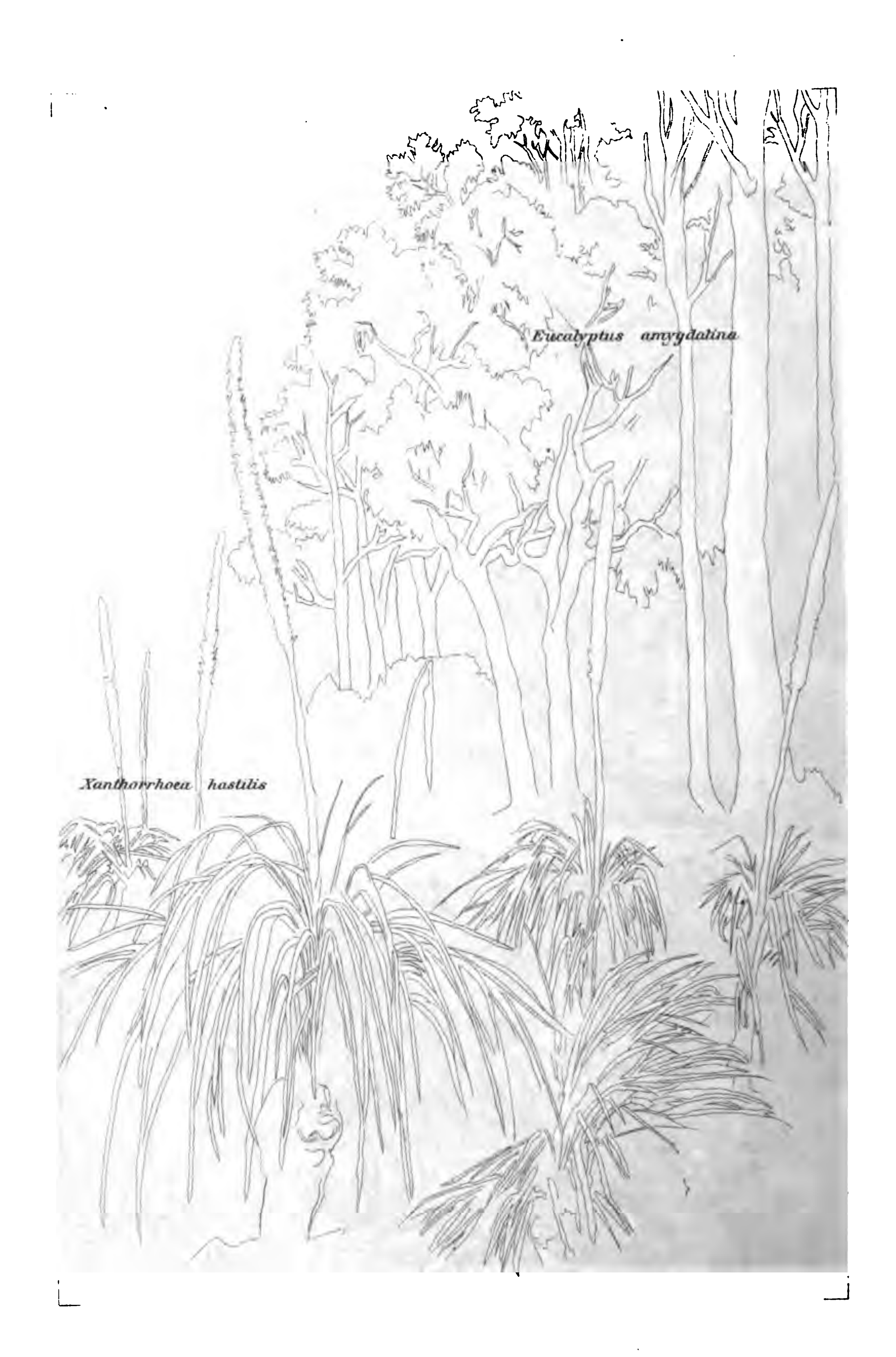
Umfaßt die Familien: Juncaceae, Flagellariaceae, Xanthorhoeaceae.

Einjährige Kräuter mit büscheligen Wurzeln oder ausdauernde Gewächse mit kriechenden Rhizomen oder säulenförmigem, niedrem Strunke. Die Blätter sind grasartig, lineal,



EUKALYPTUSWALD UND GRASBÄUME IN NEUHOLLAND

(Nach Aquarellen von Selleny)

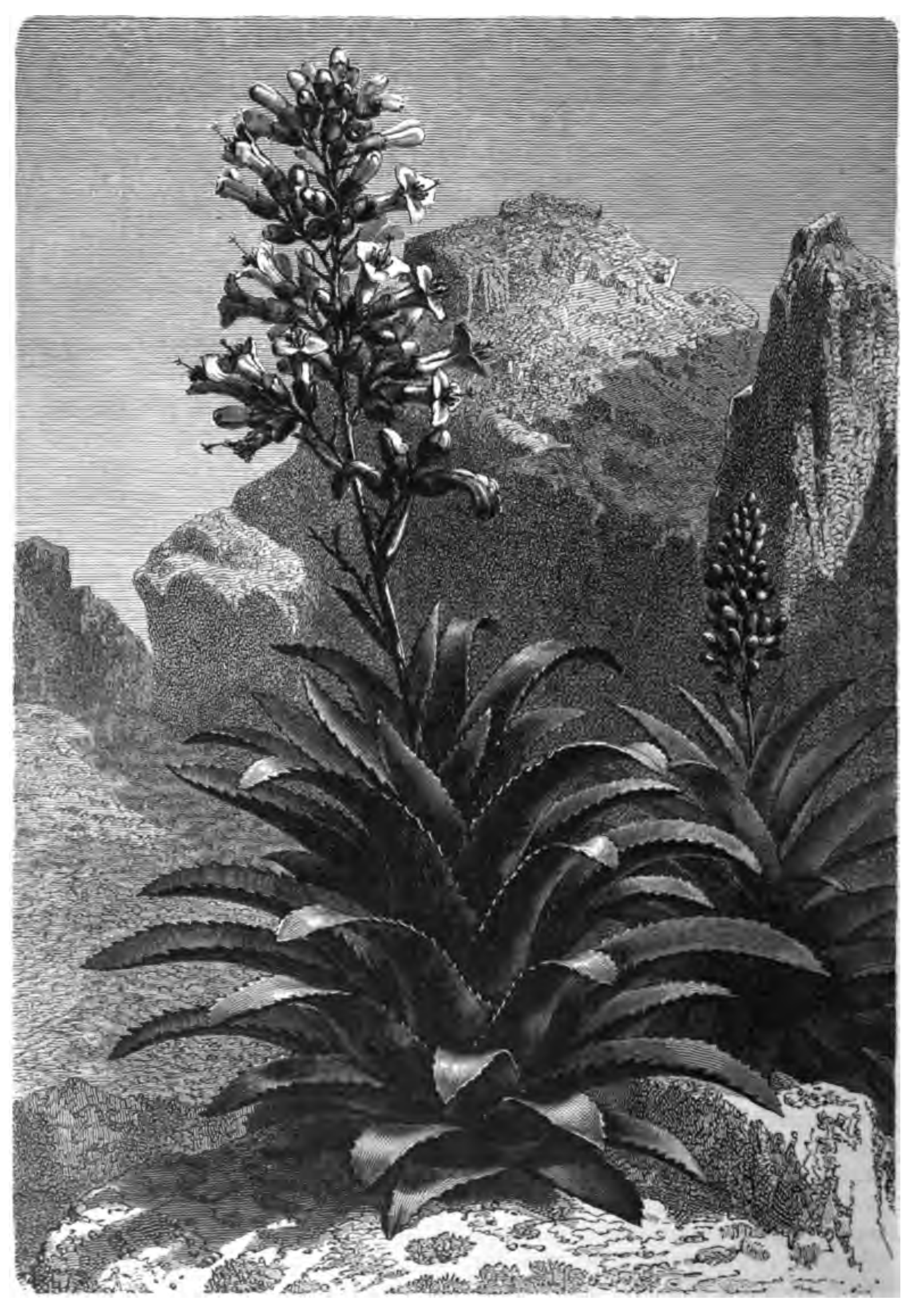

Eucalyptus amygdalina
Xanthorrhoea hastilis

flach oder rinnig, dreikantig, borstenförmig oder stielrund, an der Basis scheidenförmig verbreitert. Blüten zwitterig aktinomorph. **Die Blumenblätter sind trockenhäutig, schuppenförmig und bilden 2 dreigliederige Wirtel.** Fruchtanlage oberständig, **dreigliederig. Die Samenanlagen an den eingeschlagenen Rändern der Fruchtblätter.** Andröceum aus 1 oder 2 dreigliederigen Wirteln gebildet. **Pollen mehlig, stäubend. Frucht eine aufspringende Kapsel.** Die Samen enthalten ein reichliches besonderes Speichergewebe. Die Stengel sind mit Mark ausgefüllt, welches bei den Arten der Gattung Juncus aus sternförmig verzweigten Zellen besteht. Die älteren Strünke der unter dem Namen „Grasbäume" bekannten Xanthorhöaceen sind mit den Resten der abgestorbenen Blätter besetzt (s. die beigeheftete Tafel, „Eukalyptuswald und Grasbäume in Neuholland"). Der Blütenstand der Juncaceen und Flagellariaceen ist eine gabelig verzweigte Cyme, und die Blüten sind häufig knäuelförmig zusammengedrängt, der Blütenstand der Xanthorhöaceen macht den Eindruck einer langen, steif aufrechten Ähre. Der Pollen der Juncaceen wird aus vier tetraedrisch verbundenen Zellen gebildet. Die Juncaceen und Flagellariaceen verlangen zu ihrer Entwickelung der Mehrzahl nach eine reichliche Wasserzufuhr und finden sich demzufolge vorwaltend auf Moorgründen und im Überschwemmungsgebiete an den Ufern der Bäche und Flüsse, wo sie oft gesellig wachsend ausgedehnte Bestände bilden. Mehrere Arten, so namentlich Juncus trifidus, beteiligen sich auch an der Bildung des Alpenwasens in den Zentralalpen. Die Hainsimsen (Luzula) sind größtenteils Bewohner der Wälder. Die Simsen sind über die ganze Erde verbreitet. Die Juncaceen herrschen in der nördlich gemäßigten Zone vor. Mehrere derselben sind auch Bestandteile der arktischen Flora. Die Flagellariaceen sind auf die Tropen Afrikas und Asiens und die Inseln des Stillen Ozeans, die Xanthorhöaceen auf Australien beschränkt. Fossile Reste sind mit Sicherheit nicht nachgewiesen. Die Zahl der jetzt lebenden Arten beträgt ungefähr 300.

38. Stamm: Enanthioblastae, Enanthioblasteen.

Umfaßt die Familien: Mayaceae, Rapateaceae, Commelinaceae, Xyridaceae, Eriocaulaceae, Bromeliaceae.

Ausdauernde Gewächse mit unterirdischen Rhizomen, krautigen, oberirdischen Stengeln oder niederem, säulenförmigem Strunke. Die Laubblätter ungeteilt von parallel- oder krummläufigen Hauptsträngen durchzogen, welche durch spangen-, schlingen- oder netzförmige Anastomosen verbunden sind, jene der Bromeliaceen häufig am Rande scharf gesägt und als Dickblätter ausgebildet (s. Abbildung, S. 656). Die Blüten zwitterig oder scheinzwitterig. **Blumenblätter in 2 dreigliederige Wirtel geordnet, der obere Wirtel kronenartig.** Fruchtanlage unterständig, halb ober-, halb unterständig oder ganz oberständig, dreifächerig. Andröceum aus 1 oder 2 dreigliederigen Wirteln gebildet. **Pollen haftend.** Frucht eine Kapsel oder Beere. Der Same enthält ein mehliges besonderes Speichergewebe. **Der Keimling ist am Ende des Samens dem Nabel gegenüber in das mehlige Speichergewebe eingebettet.** Die Mayaceen, Xyridaceen und Eriocaulaceen sind zumeist Sumpfpflanzen, die Bromeliaceen zum Teile Überpflanzen, welche auf der Borke von Bäumen und Sträuchern haften, zum Teile Felsenpflanzen, wie z. B. die auf S. 656 abgebildete Aechmea paniculata. Mehrere Bromeliaceen zeigen geselliges Wachstum, überziehen weite Strecken des felsigen Bodens in dichtem Schlusse und bilden bisweilen förmliche Teppiche. Die Enanthioblasteen sind über alle Weltteile verbreitet. Europa beherbergt nur eine Art, nämlich Eriocaulon septangulare an der Westküste von Irland und auf der schottischen Insel Skye, doch ist es zweifelhaft, ob sie dort nicht eingeschleppt wurde. Den größten Reichtum an Arten zeigen die Tropen und zwar vorzüglich die Tropen Amerikas. Nordwärts sind einige Arten bis in die südlichen Vereinigten Staaten und bis Japan, südwärts bis Peru und Südbrasilien verbreitet. Mehrere Bromeliaceen werden auf den Andes noch in der



Aechmea paniculata. (Nach Baillon.) Vgl. Text, S. 635.

Seehöhe von 3000—4300 m angetroffen. Fossile Reste wurden, allerdings sehr spärlich und nicht über alle Zweifel erhaben, in den Schichten der tertiären Periode gefunden. Die Zahl der jetzt lebenden, bisher bekannt gewordenen Arten beträgt ungefähr 1200.

39. Stamm: Liliiflorae, Gilgen.

Umfaßt die Familien: Iridaceae, Amaryllidaceae, Burmanniaceae, Velloziaceae, Taccaceae, Haemodoraceae, Pontederiaceae. Stemonaceae, Colchicaceae, Liliaceae, Smilaceae.

Ausdauernde Gewächse mit ungeteilten Blättern. Die Blüten zwitterig und scheinzwitterig. Blumenblätter in 2 zwei-, drei- und viergliederige Wirtel geordnet; beide Wirtel kronenartig. Fruchtanlage oberständig, halb ober-, halb unterständig und unterständig, dreigliederig. Andröceum aus 1—5 zwei-, drei- und viergliederigen Wirteln von Pollenblättern gebildet. Pollen haftend. Frucht eine Kapsel oder Beere. Der Same enthält ein fleischiges oder knorpeliges, besonderes Speichergewebe, und der Keimling ist von dem Speichergewebe rings umschlossen. Die Liliaceen und Amaryllidaceen haben zum großen Teile Zwiebeln (z. B. Gagea und Leucojum, s. Abbildung, S. 658, Fig. 1 u. 3), die Safrane (Crocus) besitzen einen Knollenstock, die Schwertlilien (Iris), die Germer (Veratrum), die Spargel und die meisten Smilaceen ein Rhizom. Die oberirdischen Stammbildungen erscheinen als krautige Stengel oder als aufrechte, säulenförmige Strünke (Dracaena, Fourcroya, Yucca, s. Abbildung, Band I, S. 619). Der berühmte Drachenbaum der Kanarischen Inseln (Dracaena Draco) hat einen Strunk, der oben in Hunderte von Ästen aufgelöst ist, erreicht die Höhe von 18 m, besitzt das Ansehen eines mächtigen Baumes und ist jedenfalls die größte aller Gilgen. Zu den in Chile und Peru und an der Magelhaensstraße heimischen Gattungen Luzuriaga und Philesia gehören vielverzweigte Holzgewächse von strauchartigem Wuchse, und die Stechwinden (Smilax; s. Abbildung, Band I, S. 650) sind holzige Lianen, welche mit Hilfe ihrer Nebenblätter an anderen Pflanzen emporklettern. Bowiea hat windende Stengel und Zweige; ihre Laubblätter sind kurz, gehen alsbald nach ihrer Ausbildung zu Grunde und die Assimilation wird dann durch das grüne Gewebe in der Rinde vermittelt. Bei Aphyllanthes sind am Grunde der Stengel nur schuppenförmige Niederblätter ausgebildet, und auch hier vermittelt das grüne Gewebe der Stengel die Assimilation. Dasselbe ist bei Asparagus und Ruscus der Fall. Bei dem letzteren sind die Seitenzweige in Blattäste umgewandelt (s. Abbildung, Band I, S. 307). Die Laubblätter aller Gilgen sind am Grunde scheidenförmig verbreitert. Die linealen Formen sind entweder flach oder rinnig vertieft, bisweilen auch an den Rändern zurückgerollt, wie z. B. bei den Safranen (Crocus). Die Schwertlilien (Iris) haben eigentümlich zusammengefaltete, schwertförmige, die Agaven und Aloen dicke, fleischige, bisweilen an den Rändern scharf gezahnte Blätter. Die Blätter von Convallaria, Paris, Trillium, Uvularia und Funkia sind breit elliptisch, jene von Majanthemum und Smilax herzförmig (s. Abbildung, Band I, S. 593, Fig. 3 und S. 650). An der zuletzt genannten Pflanzengattung kommen rankende Nebenblätter vor; auch sind die Stengel mit Stacheln bewehrt. Bei Gloriosa und einigen Arten der Gattung Fritillaria endigt die Spreite der Blätter mit einer Ranke. Die meisten Gilgen haben parallelläufige oder krummläufige, durch querlaufende Anastomosen gitterförmig verbundene Stränge (s. Abbildung, Band I, S. 593, Fig. 3). Bei Paris, Smilax und anderen Smilaceen sind die Hauptstränge durch bogenförmige und netzförmige Anastomosen verbunden (s. Abbildung, Band I, S. 650). Der Blütenstand ist bald eine Traube (z. B. Eremurus, s. Abbildung, S. 303), bald eine Dolde (z. B. Smilax, s. Abbildung, S. 650), bald ein Köpfchen (z. B. Aphyllanthes), bald eine Cyme (z. B. Gagea; s. Abbildung, S. 658, Fig. 1). Der Blütenstand der Lauche (Allium) ist eine aus zahlreichen armblütigen Cymen zusammengesetzte Scheindolde. Der Hundszahn (Erythro-



Liliiflorae: 1 Gagea lutea. — 2. Galanthus nivalis. — 3. Leucojum vernum. — 4. Colchicum autumnale, Blüte und aufgesprungene Frucht. — 5. Querschnitt durch die noch nicht aufgesprungene Frucht von Colchicum autumnale. — 6. Bulbocodium. — 7. Convallaria majalis. — 8. Narben und Andröceum einer Iris. Vgl. Text, S. 657, 659 und 660.

nium), die Einbeere (Paris) und das Schneeglöckchen (Galanthus; s. Abbildung, S. 658, Fig. 2) entwickeln einzeln stehende Blüten. Meistens werden die Blüten und Blütenstände von einem schaftartigen Stengel getragen. Berühmt ist der 5—7 m hohe Blütenstand der Agave Americana, welcher Band I, S. 617 beschrieben und abgebildet wurde. Die beiden Wirtel der kronenartigen Blumenblätter sind bei Zephyranthes, Bomerea, Galanthus, Iris etc. in ihrer Größe, ihrem Zuschnitt und ihrer Farbe verschieden (s. Abbildung, S. 247), bei den meisten Gilgen aber gleich gestaltet und aktinomorph (s. Abbildung, S. 658, Fig. 1, 3, 4, 6 und 7). Zygomorphe Blüten besitzen Hemerocallis, Amaryllis und Gladiolus. Über die Nebenkronen der Narzissen s. S. 173 und 186. Das Andröceum besteht bei der



Bestand aus Asphodill (Asphodelus ramosus) bei Pästum in Unteritalien. Vgl. Text, S. 661.

weitaus größten Mehrzahl der Arten aus zwei dreigliederigen Wirteln von Pollenblättern, welche sämtlich geschlechtsreifen Pollen hervorbringen; bei mehreren Lauchen (Allium) sind die Antheren des einen Wirtels verkümmert und nur jene des anderen Wirtels ausgebildet, bei den Hämodoraceen und Iridaceen kommen überhaupt nur 3 Pollenblätter zur Entwickelung. Die Gattung Pleea hat dagegen 9 Pollenblätter, und bei Smilax trifft man deren in einer Blüte bisweilen 12 und 15. Bei den Stemonaceen sowie bei der Gattung Paris und Majanthemum sind die Wirtel des Andröceums sowie auch jene der Blumenblätter vier-, beziehentlich zweigliederig, bei Aspidistra achtgliederig. Die Fruchtanlage ist bei den Liliaceen, Colchicaceen und Smilaceen oberständig, bei Ophiopogon und Nietneria halb ober-, halb unterständig, bei den Amaryllidaceen, Velloziaceen und Iridaceen unterständig. Die Liliaceen haben nur einen Griffel mit einer kleinen, dreilappigen Narbe, bei den Narzissen stellen die drei den Griffel krönenden Narben kleine Blättchen dar (s. Abbildung,

S. 279, Fig. 4), bei Gladiolus teilt sich der Griffel in drei Äste, welche spatelförmige Narben tragen (s. Abbildung, S. 279, Fig. 5), bei Crocus trägt der dreiteilige oder manchmal wiederholt gabelig geteilte Griffel trichterförmige Narben (s. Abbildung, S. 113 und 279, Fig. 7), und bei Tricyrtes ist jeder der drei Äste des Griffels in zwei krallenförmige, die Narben tragende Zipfel geteilt (s. Abbildung, S. 348, Fig. 1). Bei Iris trägt der Griffel drei große blumenblattartige zweilappige Narben (s. Abbildung, S. 247, Fig. 2, und S. 658, Fig. 8). Dasselbe ist bei den Taccaceen der Fall. Bei Aspidistra wird von dem kurzen, säulenförmigen Griffel eine schildförmige Narbe getragen. Colchicum, Smilax Medeola und Trillium zeigen drei und Paris vier fadenförmige Griffel. Bei Tofjeldia



Neuseeländischer Flachs (Phormium tenax.) (Nach einer von Selleny auf der Novarareise ausgeführten Zeichnung.) Vgl. Text, S. 661.

und Helonias geht jedes der drei Fruchtblätter ohne scharfe Grenze vom Fruchtknoten in den kurzen Griffel über, und der Stempel erscheint dann dreilappig. Jedem Fruchtblatte entspricht bei den meisten Gilgen eine Mehrzahl von Samenanlagen, welche entweder in den inneren Winkeln der Fächer oder bisweilen wandständig oder bei den Velloziaceen auch auf besonderen, leistenförmig vorspringenden Samenpolstern angeordnet sind. Bei einigen Gattungen aber (z. B. Aphyllanthes, Sanseviera) entspricht jedem Fruchtblatte nur eine einzige Samenanlage. Die Frucht ist bei den Liliaceen und Iridaceen eine fachteilige, bei den Colchicaceen (s. Abbildung, S. 658, Fig. 4 und 5) eine wandteilige, beziehentlich an der Bauchnaht aufspringende Kapsel, bei Dianella und den Smilaceen eine Beere (s. Abbildung, Band I, S. 650).

Einige Pontederaceen schwimmen auf der Oberfläche des Wassers. Im ganzen genommen finden sich aber unter den Gilgen nur wenige Wasser-, Sumpf- und Moorpflanzen.

Auch Überpflanzen sind unter ihnen nur spärlich vertreten. Häufiger trifft man sie als Bewohner der Steppen und felsigen Berge, wo sie mit ihren unterirdischen Zwiebeln, Knollen und Rhizomen in lehmiger Erde und in Steinklüften geborgen die trockene Zeit des Jahres überdauern. Nur wenige Arten bilden Bestände. Berühmt sind die in Südeuropa entwickelten Bestände aus Asphodill (Asphodelus ramosus), deren schon die „Odyssee" als eines Aufenthaltsortes der Abgeschiedenen gedenkt, und welche die Abbildung auf S. 659 zur Anschauung bringt. Die Gilgen sind über alle Weltteile verbreitet. In jenen tropischen und subtropischen Gebieten, wo zeitweilig große Dürre herrscht, sind sie sowohl in betreff der Arten- als der Individuenzahl am stärksten vertreten. Nordwärts nimmt ihre Zahl rasch ab. Am weitesten nach Norden verbreitet sind Tofjeldia borealis und Lloydia serotina. Diese beiden Arten finden sich auch noch in den Zentralalpen in der Seehöhe von 2600 m. Von den auf einzelne Weltteile oder noch enger begrenzte Gebiete beschränkten Familien und Gattungen sind besonders erwähnenswert die nur im mittelländischen Florengebiete vorkommende Gattung Asphodelus, die auf die Hochsteppen des zentralen und westlichen Asien beschränkte Gattung Eremurus, die nur in Afrika und auf den ozeanischen Inseln vorkommenden Dracänen, die ausschließlich in Südafrika heimischen Aloen und Hämanthus, die auf Amerika beschränkten Gattungen Agave, Yucca und Zephyranthes, die auf China und Japan beschränkten Funkien, die nur in Australien heimischen Agapantheen und Eriospermeen und die auf Neuseeland und die Insel Norfolk beschränkte Gattung Phormium, deren Bastfasern als „Neuseeländischer Flachs" zu Gespinsten und Flechtwerk Verwendung finden, und von welchen die verbreitetste Art, nämlich Phormium tenax, auf S. 660 abgebildet ist. Fossile Reste sind mit Sicherheit nur von Smilaceen nachgewiesen und zwar von Smilax in den Schichten der tertiären Periode und von Majanthemum in der Höttinger Breccie. Die Zahl der jetzt lebenden Arten beträgt ungefähr 4000.

40. Stamm: Orchideae, Stendeln.

Umfaßt die Familien: Apostasiaceae, Cypripediaceae, Neottiaceae, Ophrydaceae, Epidendraceae, Vandaceae.

Ausdauernde Pflanzen, deren einfacher oder wenig verzweigter Stamm mit ungeteilten Blättern besetzt ist. Die Blätter sind von parallel- oder krummläufigen, durch spangenförmige Anastamosen gitterförmig verbundenen Strängen durchzogen. Die Blüten zygomorph, einzeln oder ähren- und traubenförmig gruppiert, zwitterig, scheinzwitterig und einhäusig. Die Blumenblätter in 2 dreigliederigen Wirteln angeordnet. Alle Blumenblätter kronenartig. Fruchtanlage unterständig. Dieselbe ist aus drei von dem Blütenboden sich erhebenden Rippen und drei zwischen diese Rippen eingeschalteten Fruchtblättern gebildet. Die Samenanlagen in großer Zahl an vorspringenden Leisten der Fruchtblätter. Andröceum aus 1—3 mit der kurzen dicken Griffelsäule verwachsenen Pollenblättern gebildet. Die Pollenzellen zu Pollinien verbunden. Frucht eine Kapsel. Die Samen sehr klein, ohne besonderes Speichergewebe. Der Keimling zeigt nur selten ein kleines Keimblatt; meistens ist derselbe ungegliedert und besteht aus einer ballenförmigen Gruppe von Zellen, die von einer Schicht dünnhäutiger Zellen sackförmig eingehüllt ist.

Eine Hauptwurzel kommt bei den Orchideen niemals zur Entwickelung. Die Adventivwurzeln sind entweder unterirdisch und dann fleischig, cylindrisch oder knollenförmig verdickt (sogen. Knollenwurzeln), oder sie erscheinen als Luftwurzeln, welche teils in die Luft frei herabhängen, teils mit der Unterlage fest verwachsen sind und dadurch zu Haftorganen werden (s. Abbildung, Band I, S. 99—100, S. 203—206 und Tafel „Tropische Scheinschmarotzer" bei S. 206). Die Verwesungspflanzen Corallorhiza innata und Epipogum

aphyllum entbehren sowohl der Hauptwurzel wie der Adventivwurzeln (s. Band I, Seite 103, und Tafel „Ohnblatt im Moder des Fichtenwaldes“ bei S. 103). Der Hauptstamm ist entweder ein unterirdisches, wagerechtes, kriechendes, bei den eben genannten Verwesungspflanzen korallenstockartiges Rhizom, oder ein oberirdischer, der Unterlage angeschmiegter und mittels der Haftwurzeln an derselben festgehaltener Stengel. Zuweilen ist der Hauptstamm sehr kurz, und es fallen dann die von ihm ausgehenden Wurzeln, zumal wenn sie knollig verdickt sind, weit mehr in die Augen als er selbst, wie das namentlich bei der Gattung Orchis der Fall ist. Die Stämme jener Orchideen, welche als Überpflanzen leben, erreichen mitunter die ansehnliche Höhe von 5 m. Bei einem Teile der Orchideen unterbleibt die Bildung von Seitentrieben und sie wachsen immer nur an der Spitze fort. Bei den sogenannten Erdorchideen, wozu die Gattungen Orchis und Ophrys gehören, wird an jedem Jahrestriebe alljährlich nur ein Seitensproß an der Grenze seines wagerechten und aufrechten Teiles angelegt. Die Seitensprosse der oberirdisch an Felsen oder an der Borke der Bäume haftenden Orchideen sind in vielen Fällen knollig verdickt (s. Tafel „Westindische Orchideen“ bei S. 221). Diese knollig verdickten Seitensprosse haben bei Bolbophyllum eine scheibenförmige Gestalt (s. Band I, S. 276). Die oberirdischen Stämme mancher Orchideen, wie z. B. Polyrrhiza, sind nur mit schuppigen Niederblättern besetzt, und es wird bei ihnen die Assimilation durch die grüne Rinde der Stämme vermittelt. Die Verwesungspflanzen Limodorum, Neottia Nidus avis, Corallorhiza und Epipogum sind gleichfalls nur mit scheidenförmigen Niederblättern bekleidet und entbehren des Chlorophylls vollständig oder zeigen doch nur Spuren desselben in einzelnen Gliedern. Bei vielen Ophrydaceen und Neottiaceen sind die Blätter entlang einer Schraubenlinie geordnet, bei den Epidendraceen und überhaupt bei der Mehrzahl der Orchideen sind sie zweizeilig gestellt. Listera hat zwei gegenständige Laubblätter, Calypso entwickelt nur ein grünes Laubblatt. Die Spreite der grünen Laubblätter ist vorwaltend lineal oder länglich, seltener eiförmig, elliptisch oder herzförmig, teils rinnig oder der Länge nach gefaltet, teils flach, stielrund, cylindrisch, bisweilen auch faden- oder peitschenförmig. In der Knospenlage greift ein Rand des Blattes deckend über den anderen, oder es legen sich die Ränder so aneinander, daß weder der eine noch der andere übergreifend erscheint. Letzteres ist insbesondere bei den Epidendraceen der Fall. Bei zahlreichen zu den Epidendraceen gehörigen Gattungen löst sich die Spreite des absterbenden Blattes von ihrem Stiele ab, und der Stiel bleibt als ein fester Stummel an dem Stengel noch Jahre hindurch zurück. Der Blütenstand ist eine einfache oder zusammengesetzte Traube oder Ähre. Derselbe wird von einem schaftartigen Stengel getragen. Die Blütenstände der als Überpflanzen an der Borke der Bäume haftenden Arten hängen häufig in einem Bogen von den Ästen der Bäume herab, und mehrere derselben sind ihrer außerordentlichen Größe und Schönheit wegen berühmt geworden, so namentlich jener von Renanthera Lowii, welcher die Länge von 4 m erreicht. Der Blütenstand des auf S. 663 abgebildeten Angraecum eburneum erreicht die Länge von 0,5 m. Bei Phalaenopsis und Oncidium Papilio (s. Tafel „Westindische Orchideen“ bei S. 221) ist der schaftartige Stengel ausdauernd, d. h. er stirbt nach dem Welken der Blüten, beziehentlich dem Ablösen der aus den Blüten hervorgegangenen und ihrer Samen beraubten Früchte nicht ab, sondern es entwickeln sich an ihm die Anlagen neuer Blüten. Die Mannigfaltigkeit der Orchideenblüten ist sprichwörtlich geworden. Bei der Gattung Thelymitra und bei den Apostasiaceen sind die sechs Blumenblätter in ihrer Farbe, Größe und Form nahezu übereinstimmend, bei den anderen beobachtet man aber eine in das Unendliche gehende Abwechselung. Insbesondere ist es das als Lippchen (labellum) angesprochene Blatt des inneren Wirtels, welches von den anderen abweicht und die absonderlichsten Gestalten zeigt, bald zungenförmig und ganzrandig, bald in Lappen und Zipfel geteilt, in Fransen aufgelöst und mit den seltsamsten

Warzen, Buckeln und Hörnern versehen, bald eben, bald von einer Rinne durchfurcht oder kahnförmig und mützenförmig ausgehöhlt, bald mit einer Aussackung (Sporn) versehen, bald ohne Aussackung, bald nach oben, bald nach unten gewendet sich darstellt. Auch das



Angraecum eburneum auf der Borke von Bäumen (Madagaskar.) Vgl. Text, S. 662.

mittlere Blatt des äußeren Blattkreises, welches sich in der mit dem Lippchen nach abwärts gewendeten Blüte wie ein Dach über die anderen Glieder vorstreckt, zeigt eine große Abwechselung, ist mitunter ausgesackt und gespornt oder stellt eine Kapuze dar, welche an das kapuzenförmige Kelchblatt in der Blüte der Kapuzinerkresse erinnert. Einige der bemerkenswertesten Formen der Orchideenblüte sind durch die Abbildungen Band I, Tafel „Ohnblatt im Moder des Fichtenwaldes“ bei S. 103, Tafel „Tropische Scheinschmarotzer“

bei S. 206; Band II, Tafel „Westindische Orchideen" bei S. 221; S. 223, Fig. 2, 10, 11, 12 und 13; S. 224, Fig. 1—10; S. 249, Fig. 1 und 2; S. 255 Fig. 1—3; S. 269, Fig. 1, 2, 3, 8, 9 zur Anschauung gebracht. Bei den Ophrydaceen, Neottiaceen, Epidendraceen und Vandaceen ist in jeder Blüte nur eine Anthere, bei den Cypripediaceen sind deren zwei und bei den Apostasiaceen 2—3 ausgebildet. Der Gattung Arundina werden 5 Pollenblätter zugeschrieben. Die Form der Pollinien wurde auf S. 253—258 und 268—270 geschildert. Eine große Mannigfaltigkeit der Gestalt zeigen die Narben. Meistens ist nur eine Narbe ausgebildet, bei den Apostasiaceen sind drei Narben gleichmäßig entwickelt und belegungsfähig. Die Kapselfrüchte springen mit Längsspalten auf (s. Abbildung, S. 68, Fig. 1, und S. 443, Fig. 7). Die Orchideen bedürfen nur wenig anorganischer Stoffe zur Nahrung. Mehrere derselben sind Verwesungspflanzen (Corallorhiza, Epipogum, Neottia ꝛc., siehe Band I, S. 102), ein anderer Teil wächst in der humusreichen Erde im Grunde der Wälder und Grasfluren. Einen besonders reichen Orchideenflor, wenigstens im Hinblicke auf die Individuenzahl, zeigen die Bergwiesen und Alpenmatten. Die größte Zahl der Arten, zumal aus der Familie der Epidendraceen und Vandaceen, wächst auf der Borke der Bäume an den der Sonne ausgesetzten Stellen. Die Orchideen sind über die ganze Erde verbreitet. Ausnehmend viele Gattungen und Arten weist der tropische Erdgürtel auf. Insbesondere sind es dort die gebirgigen Landstriche, welche eine unerschöpfliche Fülle von Orchideen beherbergen. Nach den Polen nimmt die Zahl der Arten rasch ab. Am weitesten nordwärts verbreitet ist Calypso borealis. In den europäischen Hochgebirgen wird Chamaeorchis alpina noch bei 2600 m Seehöhe angetroffen. Fossile Orchideen sind mit Sicherheit nicht bekannt. Die Zahl der jetzt lebenden, bisher bekannt gewordenen Arten beträgt ungefähr 8000.

** Monokotyledoneen mit im Kreise gestellten Gefäßbündeln. Entweder gruppieren sich die in der Rinde im Kreise gestellten Gefäßbündel um einen Zentralcylinder oder die Mitte des Stammes ist mit Mark ausgefüllt, die im Kreise um das Mark gestellten Gefäßbündel sind voneinander getrennt und allseitig von verholztem Gewebe umgeben: Cyklinodeen[1].

41. Stamm: Scitamineae, Pisange.

Umfaßt die Familien: Musaceae (Bananen), Zingiberaceae (Ingwere), Cannaceae (Blütenschilfe), Marantaceae.

Ausdauernde Gewächse mit unterirdischen Knollen, kriechenden Wurzelstöcken und oberirdischen säulenförmigen Strünken, die mit langbescheideten gehäuften großen Laubblättern besetzt sind. Der Stamm gliedert sich in einen Zentralcylinder und in eine Rinde, welche von Gefäßbündeln, die in einen Kreis gestellt sind, durchzogen ist. Die Spreite der Laubblätter ist ganzrandig, im jugendlichen Zustande der Länge nach röhrenförmig zusammengerollt, später flach, bisweilen eingerissen. Die Stränge, welche in den dicken Blattstielen verlaufen, treten getrennt in die Blattspreite ein, werden aber von einem Gewebe umwallt, welches den Eindruck einer Mittelrippe des Blattes hervorbringt. Von dieser Mittelrippe beugen die Stränge seitlich gegen den Rand der Spreite ab. Die Blüten sind zwitterig oder einhäusig, zygomorph und unsymmetrisch. Die Blumenblätter sind in 2 dreigliederige Wirtel geordnet. Die Glieder des oberen Wirtels erscheinen stets kronenartig. Die Fruchtanlage ist unterständig, dreigliederig. Das Andröceum wird aus 2 dreigliederigen Wirteln aufgebaut. Der Pollen ist haftend. Die Frucht ist beeren- oder kapselartig. Samen groß, mit einem mehligen besonderen Speichergewebe (Perisperm), in welchem der Keimling eingelagert ist. Der Keimling ist nur mit einem Keimblatte ausgerüstet.

---

[1] κυκλος, Kreis; ινωδης, Fasern in sich habend.





Ravenala Madagascariensis. (Nach einer von Selleny auf der Novarareise ausgeführten Zeichnung.) Vgl. Text, S. 666.

Die auf S. 665 als Vorbild für die Pisange abgebildete **Ravenala Madagascariensis** hat einen aufrechten, säulenförmigen Strunk, der die Höhe von 10 m erreicht. Bei sehr vielen Pisangen ist der oberirdische, einem Stamme ähnliche Träger der großen Blattspreiten kein wirklicher Stamm; die dicken Blattscheiden sind der Länge nach gerollt, liegen wie Zwiebelschalen übereinander, und so entsteht ein stammähnliches Gebilde, das aber nur aus Blattscheiden zusammengesetzt ist. Bei sehr vielen Scitaminaceen, namentlich bei der abgebildeten **Ravenala**, sind die Blätter zweizeilig gestellt. Die Blätter des Ingwers zeigen an der Grenze der Scheide und des Stieles ein Blatthäutchen, jene der Marantaceen an der Grenze des Stieles und der Spreite eine gelenkartige Anschwellung. Das Andröceum besteht aus 2 dreigliederigen Wirteln. Bei der abgebildeten **Ravenala Madagascariensis** sind alle sechs Pollenblätter mit Antheren versehen, bei den anderen Musaceen ist eins dieser Blätter unterdrückt oder entwickelt doch keinen Pollen; bei den Zingiberaceen sind vier Blätter des Andröceums kronenartig ausgebildet, eins ist unterdrückt und das sechste trägt eine zweifächerige Anthere (s. Abbildung, S. 289, Fig. 1), bei den Cannaceen und Marantaceen sind ein oder zwei Blätter des Andröceums unterdrückt, eins trägt eine halbe Anthere, und die übrigen sind kronblattartig ausgebildet. Über den Bau der Fruchtanlage der Zingiberaceen s. S. 74, Abbildung S. 71, Fig. 4. Die unteren Fruchtblätter tragen keine Samenanlagen und bilden die Wand einer becherförmigen Fruchtknotenhöhle; die oberen entspringen an einer dreikantigen oder dreispaltigen Mittelsäule, die sich vom Grunde der becherförmigen Fruchtknotenhöhle erhebt und sind bei den Zingiberaceen und Musaceen in einen die Samenanlage umwallenden Gewebepolster metamorphosiert. Die Scitaminaceen sind Bewohner des tropischen Erdgürtels. Die Musaceen und Zingiberaceen gehören vorwaltend der Alten, die Cannaceen und Marantaceen vorwaltend der Neuen Welt an. Fossile Reste finden sich in den Schichten der tertiären Periode. Die Zahl der lebenden, bisher unterschiedenen Arten beträgt ungefähr 600.

42. Stamm: Dioscoreae, Dioscoreen.

Umfaßt die Familien: Dioscoreaceae und Stenomeridaceae.

Ausdauernde Gewächse mit unterirdischem knollenförmigen Wurzelstocke oder kuchenförmigem oberirdischen Strunke, aus welchem alljährlich krautige, windende, mit großen herzförmigen, pfeilförmigen oder handförmig gelappten Laubblättern besetzte Stengel hervorgehen. Die Gefäßbündel des Stammes sind in einen Kreis um das zentrale Mark gestellt. Die aktinomorphen Blüten ein- oder zweihäusig, in reichblütige Rispen geordnet. Die Blumenblätter bilden 2 dreigliederige Wirtel, sind grünlich und unansehnlich. Fruchtanlage unterständig, der Fruchtknoten dreigliederig. Andröceum aus 2 dreigliederigen Wirteln gebildet. Alle sechs Pollenblätter tragen Antheren. Pollen mehlig, stäubend. Frucht eine Kapsel oder Beere. Der Keimling von dem besonderen Speichergewebe umschlossen.

Die Laubblätter sind entlang einer Schraubenlinie am Stengel angeordnet. Die Stränge, welche die Blattspreite durchziehen, sind scheinbar strahlläufig, in Wirklichkeit aber krummläufig; denn die Stränge treten deutlich getrennt in die Blattspreite ein, sind aber an der Basis der Spreite von einem eigentümlichen Gewebe umwallt, welches diesem Teile der Spreite das Ansehen eines Gelenkes verleiht. Dort, wo sich die Blattspreite plötzlich verbreitert, laufen die Stränge strahlenförmig auseinander. Die Samen, welche sich in den Kapselfrüchten ausbilden, sind flach und mit einem dünnhäutigen, flügelförmigen Saume umgeben. Die Dioscoreen bewohnen der Mehrzahl nach den tropischen Erdgürtel. Nordwärts finden sie sich bis in die Vereinigten Staaten Nordamerikas, Japan und das mittlere Europa verbreitet. In Europa erreicht der beerenfrüchtige **Tamus communis** im südlichen

England seine nördliche Grenze. Die kapselfrüchtige Dioscorea oder Bordera Pyrenaica ist auf ein kleines Gebiet in den Pyrenäen beschränkt. Eine ihr auffallend ähnliche Pflanze, nämlich Dioscorea Williamsi findet sich in den Hochgebirgen von Chile. Die durch ihren holzigen, gefelderten, nur wenig über die Erde aufragenden Strunk ausgezeichnete Testudinaria ist auf das Kapland beschränkt. Die Stenomeridaceen gehören Ceylon, den malaiischen Inseln und Australien an. Fossile Dioscoreen finden sich in den Schichten der tertiären Periode. Die Zahl der jetzt lebenden Arten beträgt ungefähr 170.

2. Gruppe: Bedecktsamige Phanerogamen, deren Gefäßbündel in einen Kreis gestellt sind. Die Gefäßbündel der ausdauernden Stämme zeigen am äußeren Umfange ein Bildungsgewebe, welches das Dickenwachstum vermittelt und das Entstehen von Jahresringen veranlaßt. Der Keimling besitzt zwei Keimblätter: Dikotyledoneen.[1]

* Die Fruchtanlage befindet sich auf dem Scheitel eines kegelförmigen oder fleischig verdickten Blütenbodens. Die Blumenblätter und Pollenblätter entspringen aus der Achse des Blütenbodens unterhalb der Fruchtanlage: Catantheae.

43. Stamm: Centrospermae, Mittelsamige.

Umfaßt die Familien: Piperaceae, Polygonaceae, Cynocrambaceae, Urticaceae, Chenopodiaceae, Nyctaginaceae, Amaranthaceae, Paronychiaceae, Caryophyllaceae.

Einjährige oder ausdauernde Kräuter, Sträucher und Bäume. Die Spreite der Laubblätter von strahlläufigen, spitzläufigen und fiederläufigen Strängen durchzogen. Die Blüten einzeln oder in Cymen geordnet und diese büschelförmig, knäuelförmig oder ährenförmig gruppiert. Die Blüten sind aktinomorph, zwitterig, scheinzwitterig, einhäusig und zweihäusig. Die Blumenblätter sind in 1—2 Wirteln geordnet, entweder sämtlich kelchartig oder sämtlich kronenartig, oder es ist bei einigen der untere Wirtel kelchartig, der obere kronenartig. Wenn eine Krone entwickelt ist, sind die Blätter derselben frei. Wenn die Blumenblätter verkümmert oder unterdrückt sind, werden sie durch Deckblätter ersetzt. Bei zweihäusigen Blüten besteht in der Ausbildung der Blumenblätter zwischen Pollenblüten und Fruchtblüten kein Unterschied. Die Fruchtanlage ist oberständig, ein- bis fünfgliederig, einfächerig. Die Samenanlagen sitzen in der Mitte des Stempels auf einem vom Grunde des Fruchtknotens ausgehenden, bald kürzeren, bald längeren Träger. Pollenblätter 1—30, in einem oder zwei Wirteln gruppiert, die äußeren vor die Kelchblätter oder kelchartigen Perigonblätter gestellt. Frucht eine einfächerige Schließfrucht, Kapsel oder Beere. Der Same enthält ein reichliches, mehliges oder fleischiges besonderes Speichergewebe. Keimblätter des Keimlings nicht verdickt.

Die Mittelsamigen sind auffallend reich an anorganischen Salzen, und von manchen Arten wird die nach dem Verbrennen zurückbleibende Asche zur Gewinnung von Soda benutzt. Die Piperaceen enthalten aromatische und scharfe Stoffe, die Urticaceen Encyme in den Brennborsten (s. Band I, S. 406). Die Spreite der Laubblätter ist bei einigen Urticaceen und Chenopodiaceen gelappt, sonst ungeteilt und ganzrandig. Bei mehreren Chenopodiaceen sind die Blätter des Stengels schuppenförmig, und es wird dann die Assimilation durch die grüne Rinde der in Phyllokladien umgewandelten Zweige vermittelt. Die Piperaceen sind durch eine eigentümliche Verteilung der Stränge in den Laubblättern ausgezeichnet. Die Seitenstränge zweigen von dem zugehörigen Hauptstrange nicht in gewöhnlicher Weise ab, sondern sind ihm nur angeschmiegt und lassen sich bis zur Basis der

[1] Der Name Dikotyledoneen ist hier in herkömmlicher Weise gebraucht, obschon er, was die Keimblätter (Kotyledonen) anbelangt, nicht in allen Fällen zutrifft. Einige Gattungen, z. B. Cyclamen, Ficaria, Pinguicula, Rhizophora, haben nur ein Keimblatt. Bei den Balanophoreen, Orobanchaceen und anderen Schmarotzerpflanzen kommen überhaupt keine Keimblätter zur Entwickelung.



Blattspreite verfolgen. Auch die Urticaceen, zumal die Gattung Parietaria, zeigen eine eigentümliche Verteilung der Stränge (s. Band I, S. 590). Die Chenopodiaceen entbehren der Nebenblätter, die Paronychiaceen haben große häutige, die Laubblätter schützende Nebenblätter, die Polygonaceen sind durch stengelumfassende, dütenförmige Nebenblätter ausgezeichnet. Bei den Caryophyllaceen und einigen Paronychiaceen sind die Blumenblätter in Kelch und Krone geschieden, bei den Nyctaginaceen, Amaranthaceen und den meisten Polygonaceen ist ein kronenartiges, und bei den Chenopodiaceen und Urticaceen ein kelchartiges Perigon vorhanden. Das Perigon der Nyctaginaceen macht insbesondere dann den Eindruck einer Blumenkrone, wenn die Deckblätter zu einer kelchartigen Hülle verwachsen sind, was beispielsweise bei der häufig in Gärten gezogenen Mirabilis Jalapa (s. nebenstehende Abbildung) der Fall ist. Der unterste Teil des Perigons wächst bei den Nyctaginaceen nach dem Abblühen noch fort und bildet eine lederige oder holzige Fruchtdecke (s. nebenstehende Abbildung, Fig. 2). Auch bei mehreren Chenopodiaceen und Urticaceen gestaltet sich das Perigon zu einer Fruchtdecke. Bei den Amaranthaceen sind die Blütenstielchen mit Deckblättern besetzt, welche jenen des Perigons gleichen und so wie diese die Früchtchen umhüllen. Bei den der Blumenblätter entbehrenden Mittelsamigen, z. B. den Piperaceen, werden die Blumenblätter durch Deckblättchen vertreten. Das Andröceum wird bei den Urticaceen und Chenopodiaceen aus einem, bei den anderen meist aus zwei Wirteln gebildet. Die Träger der Antheren sind bei den Urticaceen in der Knospe einwärts gekrümmt, schnellen aber bei dem Öffnen des Perigons auf, wodurch der Pollen ausgestäubt wird (s. S. 305). Die Mehrzahl der Mittelsamigen hat mehligen Pollen, die Caryophyllaceen und Nyctaginaceen besitzen haftenden Pollen. Bei den Urticaceen und einigen Caryophyllaceen ist der Keimling gerade, bei den anderen hufeisenförmig oder spiralig gekrümmt (s. obenstehende Abbildung, Fig. 3). Das reichlich entwickelte mehlige Speichergewebe einiger Polygonaceen und Chenopodiaceen (Polygonum Fagopyrum, Tataricum, Chenopodium Quinoa) wird zur



Centrospermae: Mirabilis Jalapa aus der Familie der Nyctaginaceen. — 1. Blühender Zweig. — 2. Die aus dem untersten Teile des Perigons hervorgegangene Fruchtdecke. — 3. Längsschnitt durch diese Fruchtdecke; im Innern die aus der Fruchtanlage hervorgegangene Frucht. (Nach Baillon.)

Gewinnung von Mehl benutzt. Die Mittelsamigen sind über alle Weltteile verbreitet. Die Piperaceen, Urticaceen, Polygonaceen, Amaranthaceen und Nyctaginaceen sind in den Tropen am mannigfaltigsten entwickelt. Die meisten Mittelsamigen findet man aber in den gemäßigten Zonen. Das mittelländische Florengebiet ist besonders reich an Caryophyllaceen, das äquatoriale Amerika besonders reich an Amaranthaceen und Nyctaginaceen. Die Polygonaceen sind vorwaltend Bewohner der Flußufer, die Chenopodiaceen finden sich in unerschöpflicher Menge an den Meeresküsten und auf dem salzigen Boden der Steppen, zumal Zentralasiens. Mehrere Caryophyllaceen gedeihen noch an der Grenze des ewigen Schnees. Silene acaulis (s. Tafel bei S. 193) zählt zu den letzten Vorposten der Phanerogamen, welche in Franz-Josephs-Land bei 81° nördl. Br. und in den Zentralalpen noch in der Seehöhe von 3160 m angetroffen wurden. Fossile Reste kennt man von Urticaceen und Piperaceen in den Ablagerungen der mesozoischen und tertiären Periode. Die Zahl der jetzt lebenden Arten beträgt ungefähr 4200.

44. Stamm: Primulinae, Primulinen.

Umfaßt die Familien: Primulaceae, Plumbaginaceae, Myrsinaceae.

Einjährige und ausdauernde Kräuter, Sträucher und kleine Bäume mit wechselständigen, gegenständigen und wirtelständigen Laubblättern. Die Blüten einzeln oder in Ähren und Trauben vereinigt, aktinomorph, zwitterig oder scheinzwitterig. Die Blumenblätter sind in 2 vier- bis achtgliederige Wirtel geordnet. Der untere Wirtel ist als Kelch, der obere als Krone ausgebildet. Die Kronenblätter sind verwachsen. Die Fruchtanlage ist oberständig, fünfgliederig, einfächerig. Die Samenanlagen sitzen in der Mitte des Stempels auf einem vom Grunde des Fruchtknotens ausgehenden, bald kürzeren, bald längeren Träger. Die Pollenblätter, fünf an der Zahl, stehen vor den Kronenblättern und sind mit diesen verwachsen. Die Frucht ist eine einfächerige Kapsel oder Steinfrucht. Die Samen enthalten ein besonderes Speichergewebe, welchem der Keimling eingelagert ist.

Der Fruchtknoten trägt bei den Primulaceen und Myrsinaceen nur einen, bei den Plumbaginaceen fünf Griffel. Die Kapseln der Primulaceen sind vielsamig, jene der Plumbaginaceen einsamig. Bei der Gattung Glaux ist nur ein Blumenblattwirtel zur Entwickelung gelangt. Dieser macht den Eindruck eines Perigons und erinnert an das Perigon der Polygonaceen. Er wird als kronenartiger Kelch gedeutet. Der Umstand, daß bei der Gattung Glaux die Pollenblätter zu den Kelchblättern dieselbe Stellung einnehmen, welche sonst die Kronenblätter zeigen, gestattet die Annahme, daß das, was bei den Primulaceen gewöhnlich als Krone angesprochen wird, nur ein Wirtel aus Pollenblättern mit kronenartig entwickelten verwachsenen Antherenträgern ist. Die Primulaceen sind vorwiegend in der gemäßigten Zone der nördlichen Halbkugel verbreitet. Die meisten Arten der Gattung Primula, Soldanella und Androsace sind Hochalpenpflanzen. Besonders reich an Arten sind die Alpen und der Himalaja. Androsace glacialis (s. Abbildung, S. 110) findet sich in den Alpen in der Nähe der Gletscher noch bei 3160 m Seehöhe. Die durch den Schnee wachsenden Soldanellen sind in Band I auf der Tafel bei S. 465 und drei Primeln aus den Alpen auf der Tafel bei S. 558 abgebildet. Die eine dieser Primeln, nämlich Primula pubescens, welche der Botaniker Clusius im Jahre 1582 aus dem Tiroler Gschnitzthale erhielt, wurde der Ausgangspunkt für die im 17. Jahrhundert schwunghaft betriebene Aurikelzucht. Die Plumbaginaceen sind in großer Artenzahl an der Meeresküste in der mittelländischen Flora und in den Salzsteppen des Orientes verbreitet. Die Myrsinaceen sind ausschließlich Bewohner der Tropen. Fossile Reste von Myrsinaceen sind aus den Ablagerungen der tertiären Periode bekannt. Die Zahl der jetzt lebenden, bisher unterschiedenen Arten beträgt ungefähr 1100.

45. Stamm: Tubiflorae, Röhrenblumige.

Umfaßt die Familien: Gentianaceae, Asclepiadaceae, Apocynaceae, Loganiaceae, Convolvulaceae, Polemoniaceae, Hydrophyllaceae, Asperifoliaceae, Nolanaceae, Solanaceae, Scrophulariaceae, Lentibulariaceae, Bignoniaceae, Acanthaceae, Gesneraceae, Orobanchaceae, Globulariaceae, Plantaginaceae, Myoporaceae, Verbenaceae, Labiataceae, Oleaceae, Jasminaceae.

Einjährige oder ausdauernde Kräuter, Sträucher und Bäume. Die Blüten aktinomorph und zygomorph, zwitterig und scheinzwitterig. Die Blumenblätter in 2 vier- bis fünfgliederige Wirtel geordnet. Der untere Wirtel ist als Kelch, der obere als



Tubiflorae: Acanthus mollis (Acanthaceen) an der Küste von Dalmatien.

Krone ausgebildet. Die Kronenblätter sind miteinander verwachsen. Die Fruchtanlage ist oberständig, zweigliederig; der Fruchtknoten 1—2fächerig. Die Samenanlagen entspringen entweder an den eingeschlagenen Rändern der Fruchtblätter oder auf eignen, einer Scheidewand oder einer Mittelsäule anliegenden Trägern. Das Andröceum wird aus einem zwei- bis fünfgliederigen Wirtel gebildet. Die Frucht ist entweder eine saftige Beere oder eine in mannigfaltiger Weise sich öffnende Kapsel oder eine Steinfrucht.

Die Solanaceen, Scrophulariaceen, Loganiaceen und Asclepiadaceen sind durch den Gehalt an giftigen Alkaloiden, die Gentianaceen durch die bitteren Stoffe und die Labiataceen

durch die ätherischen Öle und aromatischen Stoffe ausgezeichnet. Die Mehrzahl der Röhrenblumigen besitzt grüne Laubblätter. Einige Scrophulariaceen, z. B. die Arten der Gattung Rehmannia, sind als Rutensträucher und mehrere Asclepiadaceen, z. B. die Arten der Gattung Stapelia, als Nopale ausgebildet. Bei diesen wird die Kohlenstoffassimilation durch das grüne Rindengewebe vermittelt. Die Orobanchaceen sind chlorophyllfreie Schmarotzer (s. Band I, S. 170). Auch unter den Convolvulaceen und insbesondere unter den Scrophulariaceen finden sich zahlreiche Arten, welche als Schmarotzer und Saprophyten leben und zum Teile des Chlorophylls entbehren (s. Band I, S. 160—168 und Tafel bei S. 159). Daß die Lentibulariaceen, namentlich die zu den Gattungen Utricularia und Pinguicula gehörigen Arten, einen Teil ihrer Nahrung aus den Körpern gefangener Tiere beziehen, wurde in Band I, S. 112 und 131 ausführlich besprochen. Eine aktinomorphe Blumenkrone besitzen die Gentianaceen, Oleaceen, Apocynaceen, Asclepiadaceen, Convolvulaceen und viele Asperifoliaceen und Solanaceen. Deutlich zygomorphe Blüten tragen die Labiataceen, Scrophulariaceen, Verbenaceen, Acanthaceen, Lentibulariaceen und einige Gattungen der Asperifoliaceen und Solanaceen. Bei den zu den Oleaceen gehörigen Eschen (Fraxinus) ist die Blumenkrone oft gänzlich unterdrückt. Die meisten Labiataceen besitzen 4 zweimächtige Pollenblätter, einige derselben, namentlich die Arten der Gattung Salbei (Salvia; s. Abbildung S. 262), dann die zu den Scrophulariaceen gehörige Gattung Veronica (s. Abbildung, S. 223, Fig. 1) und die meisten Jasminaceen und Oleaceen (s. Abbildung, S. 289, Fig. 1) zeigen zwei Pollenblätter. Die Mehrzahl der Röhrenblumigen besitzt aber 5 Pollenblätter. Die seltsame Ausbildung des Andröceums der Asclepiadaceen wurde S. 258 ausführlich geschildert. Bei den Apocynaceen sind die beiden gegenüberstehenden Fruchtblätter am Grunde getrennt und nur am oberen Ende zusammengewachsen. Die Frucht der Labiataceen und Asperifoliaceen zerfällt bei der Reife in vier einsamige Nüßchen. Die Samen der Apocynaceen und Asclepiadaceen sind mit einer Haarkrone versehen. Bei den meisten Röhrenblumigen ist der Grund des Stempels einseitig oder nach allen Seiten von einem gewulsteten Gewebe umgeben, welches Honig ausscheidet. Die Röhrenblumigen sind über alle Weltteile verbreitet. Mehrere Familien, so namentlich die Loganiaceen und Bignoniaceen, sind auf die tropischen und subtropischen Gebiete beschränkt. Auch die Acanthaceen bewohnen vorwaltend die wärmeren Erdstriche. Die Gattung Acanthus ist insbesondere in der mittelländischen Flora heimisch. Die Blätter mehrerer Acanthus, so namentlich des Acanthus spinosus (s. Abbildung, Band I, S. 407) und Acanthus mollis (s. Abbildung, S. 670), dienten den griechischen und römischen Bildhauern vielfach als Vorbilder für Ornamente. Die zu den Asclepiadaceen gehörende Gattung Stapelia ist auf das Kapland beschränkt, die Labiataceen finden sich insbesondere in der mittelländischen Flora reich vertreten, die Gentianaceen und Scrophulariaceen bewohnen in unerschöpflicher Mannigfaltigkeit von Formen die Gebirgsgegenden der Alten und Neuen Welt, und mehrere Arten der Gattungen Gentiana, Veronica, Euphrasia und Pedicularis gedeihen am besten in der Nähe der Gletscher sowohl in den Hochgebirgen als auch im arktischen Gebiete. Fossile Reste finden sich in den Schichten der tertiären Periode. Die Zahl der jetzt lebenden, bisher unterschiedenen Arten beträgt ungefähr 16,500.

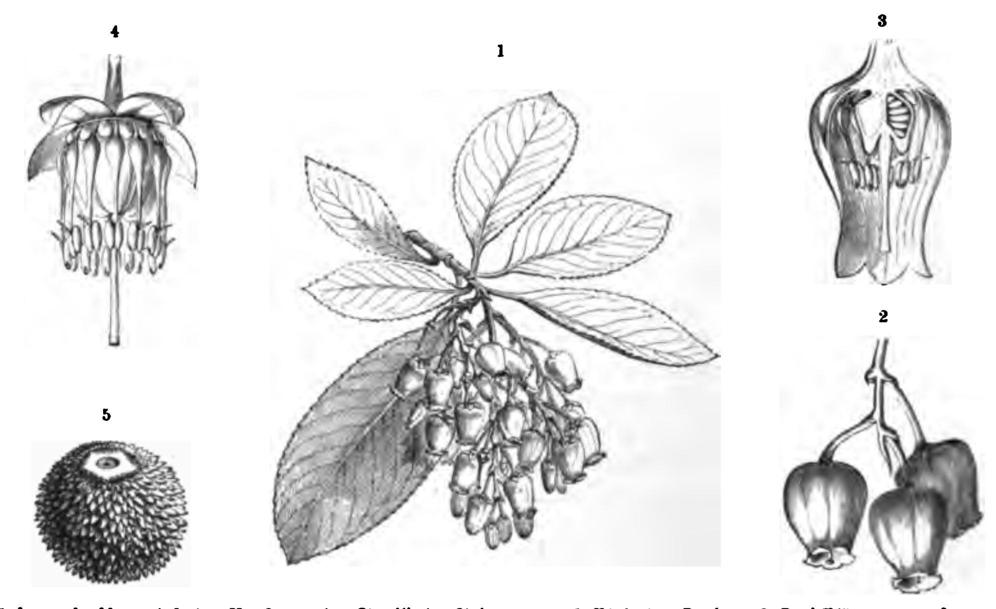
46. Stamm: Sclerophyllae, Starrblätterige.

Umfaßt die Familien: Diapensiaceae, Pirolaceae, Sarraceniaceae, Monotropaceae, Lennoaceae, Arbutaceae, Rhodoraceae, Ericaceae, Epacridaceae, Empetraceae, Ebenaceae, Sapotaceae.

Ausdauernde Kräuter, Sträucher und Bäume. Die Blüten aktinomorph und zygomorph, zwitterig, scheinzwitterig, einhäusig und zweihäusig. Die Blumenblätter sind in 2 drei- bis fünfgliederige Wirtel geordnet. Der untere Wirtel ist als Kelch

der obere als Krone ausgebildet. Die Kronenblätter sind bei den Pirolaceen, Sarraceniaceen und Monotropaceen frei, bei den anderen Familien, wenigstens am Grunde, verwachsen. Die Fruchtanlage ist oberständig, drei- bis zehngliederig, der Fruchtknoten drei- bis zehnfächerig. Die Samenanlagen entspringen von besonderen Leisten, welche einer Mittelsäule anliegen und in die Innenwinkel der Fruchtknotenfächer vorspringen. Das Andröceum wird aus einem oder mehreren vier- bis fünfgliederigen Wirteln gebildet. In vielen Fällen ist ein Teil der Pollenblätter in drüsenartige Gebilde metamorphosiert. Die Frucht ist eine Kapsel, Beere oder Steinfrucht. Der Keimling ist gerade und in das fleischige besondere Speichergewebe eingebettet.

Die Diapensiaceen und Pirolaceen (s. Abbildung, S. 273, Fig. 7 und 8 und S. 377) sind ausdauernde, im schwarzen Humus wurzelnde Kräuter oder Halbsträucher mit starren,



Sclerophyllae: Arbutus Unedo aus der Familie der Arbutaceen. — 1. Blühender Zweig. — 2. Drei Blüten, vergrößert. — 3. Längsschnitt durch eine Blüte. — 4. Eine Blüte, von welcher die Krone entfernt wurde. — 5. Warzige Beerenfrucht. — Fig. 2, 3 und 4 vergrößert. (Nach Baillon.) Vgl. Text, S. 673.

immergrünen Laubblättern, die Sarraceniaceen haben ausgehöhlte Blattstiele und zählen zu den Tierfängern (s. Band I, S. 116 und 118, Fig. 1 und 3), die Monotropaceen und Lennoaceen sind Schmarotzer oder Verwesungspflanzen (s. Band I, S. 233) und entbehren des Chlorophylls, die Arbutaceen, Rhodoraceen, Ericaceen, Epacridaceen und Empetraceen sind größtenteils niedere Sträucher. Nur wenige sind baumförmig. Die der mittelländischen Flora angehörende Erica arborea erreicht in unbehindertem Wuchse die Höhe von 8 m. Die Zweige der Ericaceen, Epacridaceen, Empetraceen und der zu den Rhodoraceen ehörenden Loiseleuria oder Azalea procumbens sind mit starren Rollblättern dicht besetzt (s. Band I, S. 277). Die Arten der Gattung Rhododendron haben flache Laubblätter (s. Tafel „Alpenrosen und Legföhren in Tirol" bei S. 107). Auch die Arbutaceen haben flache Laubblätter (s. obenstehende Abbildung, Fig. 1). Die Blätter von Arctostaphylos alpina, Azalea Pontica und mollis sind sommergrün, während die meisten Arbutaceen und Rhodoraceen immergrünes flaches Laub besitzen. Die Ebenaceen und Sapotaceen haben zum großen Teile baumförmigen Wuchs und lederige Laubblätter. Alle Starrblätterigen zeichnen sich durch ihr festes Kernholz aus. Die Rhodoraceen zeigen zum Teile zygomorphe,

die anderen Starrblätterigen aktinomorphe Blüten. Loiseleuria, die Epacridaceen und Empetraceen zeigen einen, die anderen zwei bis viele Wirtel des Andröceums. Die Antheren der Arbutaceen und vieler Ericaceen besitzen zwei eigentümliche hörnchenförmige Anhängsel (s. Abbildungen, S. 672, Fig. 3 und 4, und S. 99, Fig. 9—11). Jene der Epacridaceen sind einfächerig und öffnen sich mit einem Längsspalt, jene der Ericaceen, Arbutaceen, Rhodoraceen und Pirolaceen zumeist mit Löchern an der Spitze der Pollenbehälter (s. Abbildung, S. 99, Fig. 8—12). Der Pollen ist bei den Ericaceen stäubend, sonst meistens haftend. Die Pollenzellen sind bei den Ericaceen, Rhodoraceen und Pirolaceen zu Tetraden vereinigt und diese bei den Rhodoraceen durch zähe Fäden verbunden (s. S. 101, Fig. 2—4). Die Frucht der Diapensiaceen, Pirolaceen, Sarraceniaceen, Monotropaceen, Rhodoraceen, Ericaceen und Epacridaceen ist eine Kapsel, jene der Arbutaceen, Empetraceen, Sapotaceen und Ebenaceen eine Beere. Bei den Lennoaceen zerfällt die Frucht in 10—28 einsamige Steinkerne. Die Starrblätterigen sind über die ganze Erde verbreitet; die Ebenaceen und Sapotaceen sind vorwiegend Bewohner der Tropen, die Lennoaceen sind auf die südliche Hälfte Nordamerikas, die Epacridaceen auf Australien beschränkt. Die Ericaceen zeigen den größten Artenreichtum im Kaplande. Die meisten Arten der Gattung Rhododendron beherbergt das gebirgige zentrale Asien, namentlich der Himalaja. Die Gattung Kalmia gehört den Gebirgen Nordamerikas an. Die Diapensiaceen bewohnen das arktische Florengebiet. Auch mehrere Ericaceen sind Bewohner dieses Gebietes. Die in der arktischen Flora weitverbreitete Loiseleuria oder Azalea procumbens (s. Band I, Tafel bei S. 278) findet sich auch in den Hochgebirgen des mittleren und südlichen Europa in ganz gleicher Form wieder und erreicht in den Zentralalpen ihre obere Grenze bei 2700 m. Die meisten Starrblätterigen wachsen gesellig an felsigen Abhängen in Gebirgsgegenden und auf sandigem Boden in der Ebene. Viele gedeihen nur auf Moorboden und in tiefem Humus und spielen bei der Torfbildung eine wichtige Rolle. Fossile Reste finden sich in den Ablagerungen der mesozoischen, tertiären und diluvialen Periode. Die Zahl der jetzt lebenden, bisher bekannt gewordenen Arten beträgt ungefähr 2300.

47 Stamm: Podostemeae, Podostemeen.

Umfaßt die Familien: Tristichaceae, Weddellinaceae, Podostemaceae, Hydrostachydaceae.

Ausdauernde Kräuter mit oberirdischen kriechenden, der Unterlage angehefteten Wurzeln. Die Sprosse entspringen an den Seiten dieser Wurzeln und sind mit zwei- oder dreizeilig geordneten kleinen ganzrandigen oder fiederförmig geteilten, am Grunde scheidenförmigen Blättchen besetzt. Nicht selten sind die Sprosse als Phyllokladien ausgebildet, und es kommt auch vor, daß Sprosse und Wurzeln zu einem lagerähnlichen Gebilde miteinander verschmolzen sind. Die Kohlenstoffassimilation wird in solchen Fällen durch die Phyllokladien sowie durch grüne band- und fadenförmige, im Wasser flutende Abzweigungen des lagerähnlichen, der Unterlage angeschmiegten Gewebes vermittelt. Die Blüten stehen vereinzelt an den Enden der Sprosse oder sind reihenweise in den Rand der Phyllokladien eingesenkt und zu einer Art flachen Kolben vereinigt. Sie sind aktinomorph und zygomorph, zwitterig, einhäusig und zweihäusig. Die Blumenblätter sind klein, grünlich, schuppenförmig, frei oder verwachsen, in einen drei- bis fünfgliederigen Wirtel geordnet. Wenn die Blumenblätter unterdrückt sind, werden sie durch scheidenförmige Hüllblätter ersetzt. Die Fruchtanlage ist oberständig ein- bis dreigliederig; der Fruchtknoten einfächerig oder durch zarte Scheidewände in drei Fächer geteilt. Die Samenanlagen entspringen von Gewebepolstern, welche der in der Fruchtknotenhöhle sich erhebenden Mittelsäule aufgelagert sind. Die Zahl der Pollenblätter ist sehr wechselnd; entweder ist nur ein

Pollenblatt, oder es sind deren zwei oder bisweilen auch sehr viele in jeder Blüte entwickelt. Im letzteren Falle sind die Pollenblätter in mehrere Wirtel geordnet. Die Antheren springen mit Längsspalten auf. Die Frucht ist eine Kapsel. Die Samen sind sehr klein und enthalten kein besonderes Speichergewebe. Der Keimling zeigt zwei dicke Keimblätter.

Die Podostemeen leben angeheftet an Felsen, Rollsteinen und entrindeten Baumstrünken in strömenden Gewässern, zumal in Wasserfällen. Fast alle sind Bewohner des tropischen Erdgürtels. Außerhalb der Tropen kommt nur noch eine Art in Südafrika und eine in Nordamerika vor. Fossile Reste sind nicht bekannt. Die Zahl der jetzt lebenden, bisher beschriebenen Arten beträgt 175.

48. Stamm: Verticillatae, Keulenbäume.

Umfaßt die Familie Casuarinaceae.

Sträucher und Bäume mit wirtelig gestellten Zweigen, welche des Laubes entbehren. An Stelle der Laubblätter sind wirtelig gestellte, zu einer Scheide verwachsene Schuppen ausgebildet (s. Abbildung, Band I, S. 275, Fig. 5 und 6). Die Blüten sind einhäusig; die Pollenblüten ährenförmig am Ende langer Zweige, die Fruchtblüten zu Köpfchen an den Enden kurzer Zweige vereinigt. Sowohl die einzelnen Blüten als auch die Blütenstände sind durch Deckblättchen gestützt, und diese ersetzen bei den Fruchtblüten auch das Perigon. Nur die Pollenblüten zeigen zwei gegenständige Schuppen, welche als Perigon gedeutet werden. Die Fruchtanlage ist oberständig, zweigliederig und zweifächerig. Die Samenanlagen sind hängend. Das Andröceum besteht aus einem einzigen Pollenblatte. Der Pollen ist stäubend. Die Frucht ist eine geflügelte Schließfrucht, welche von den verholzenden, klappenförmigen Deckblättern eingehüllt wird. Nur in einem der beiden Fächer der Fruchtanlage werden aus den hängenden Samenanlagen 2—4 Samen ausgebildet. Diese Samen enthalten kein besonderes Speichergewebe. Der Keimling zeigt zwei große, flache Keimblätter.

Die Keulenbäume erinnern in ihrer äußeren Erscheinung an die zu den Gnetaceen gehörige Gattung Ephedra. Die Assimilation wird wie bei anderen Rutensträuchern durch das grüne Gewebe der Rinde ermöglicht (s. Band I, S. 275). Mehrere haben baumförmigen Wuchs und ihr Stamm erreicht eine Höhe von 20 m. Sie sind auf Australien, Neukaledonien, die Maskarenen, die Inseln des Stillen Ozeans und die Sundainseln beschränkt. Eine Art findet sich auch im tropischen kontinentalen Asien. Fossile Reste in den Schichten der tertiären Periode sind zweifelhaft. Die Zahl der jetzt lebenden, bisher unterschiedenen Arten beträgt ungefähr 25.

49. Stamm: Euphorbiales, Wolfsmilchgewächse.

Umfaßt die Familien: Tithymalaceae, Acalyphaceae, Phyllanthaceae.

Einjährige und ausdauernde Kräuter, Sträucher und Bäume. Die in Cymen vereinigten Blüten traubenförmig oder trugdoldenförmig angeordnet, aktinomorph, zwitterig, scheinzwitterig, einhäusig und zweihäusig. Blumenblätter in Kelch und Krone geschieden. Kelch und Krone drei- bis zwölfgliederig. Die Krone ist häufig unterdrückt, und mitunter fehlt auch der Kelch. In diesen Fällen sind die Blumenblätter durch Deckblätter und Hüllblätter ersetzt. Die Fruchtanlage ist oberständig und wird aus 3—20 Fruchtblättern gebildet, welche um eine Mittelsäule wirtelig gruppiert sind. Jedes Fruchtblatt bildet ein besonderes Gehäuse, und sämtliche Gehäuse sind sowohl mit der Mittelsäule als auch unter sich zu einem mehrfächerigen Stempel verwachsen. Samenanlagen im Innenwinkel jedes Faches 1—2, hängend.

Pollenblätter 1 bis über 100. Im Grunde der Blüte sind eigentümliche Drüsen ausgebildet, welche als Wucherungen des Blütenbodens angesehen werden. Dieselben erscheinen entweder als wirtelig gestellte, getrennte Gewebekörper, oder sie sind miteinander zu einem kurzen Becher verwachsen. Wenn sie im Grunde der Blüte fehlen, so werden sie durch ähnliche, dem Rande der becherförmigen Hülle aufsitzende Drüsen ersetzt. Die Frucht ist eine sich spaltende Trockenfrucht oder Steinfrucht, bisweilen ist sie beerenartig. Die Samen sind mit einem großen Fleischwärzchen versehen. Der Keimling liegt in einem reichlichen, fleischigen, besonderen Nährgewebe eingebettet.

Die Wolfsmilchgewächse sind wegen ihrer außerordentlichen Mannigfaltigkeit mit kurzen Worten schwierig zu schildern. Ein Teil derselben enthält wässerige Säfte, die meisten strotzen von Milchsaft. Mehrere Milchsaft führende Arten sind giftig. Viele besitzen grüne Laubblätter, deren Spreite von strahlläufigen (Ricinus) oder fiederläufigen (Tithymalaceae) Strängen durchzogen ist, einige entbehren der Laubblätter, und es wird die Assimilation durch das grüne Rindengewebe der rutenförmigen Zweige, Nopalstämme und Phyllokladien vermittelt (s. Band I, S. 302, 308 Fig. 1 und 3, und S. 309). Bei vielen Gattungen, zumal bei Tithymalus, machen die Blütenstände den Eindruck von Einzelblüten. Innerhalb einer becherartigen Hülle, deren freier Rand mit Drüsen wie mit Kronenblättern besetzt ist, sieht man zahlreiche Pollenblüten, deren jede aber nur aus einem Deckblatte und einem Pollenblatte besteht, und in der Mitte derselben erhebt sich auf einem verlängerten Stiele eine Fruchtblüte, welche einem gestielten Fruchtknoten gleicht. Bei vielen Arten der Gattungen Croton und Poinsettia sind die unscheinbaren Blüten mit prachtvoll gefärbten Deck- und Hüllblättern umgeben. In der Mehrzahl der Fälle sind drei Fruchtblätter ausgebildet, deren gerundeter Rücken durch seine starke Wölbung auffällt. Gewöhnlich trennen sich bei der Reife die seitlich verwachsenen Fruchtblätter und lösen sich auch von der Mittelsäule ab. Die Wolfsmilchgewächse sind über alle Weltteile verbreitet. Die Mehrzahl findet sich in den Tropen, und mehrere baumförmige Arten bilden dort Wälder. Über die seltsamen Wälder aus nopalartigen Euphorbiaceen s. Band I, Tafel bei S. 302. Während ein Teil in den sumpfigen Niederungen heimisch ist, bewohnen andere die Steppen und die felsigen Gehänge der Berge. Euphorbia capitulata wächst in den Hochgebirgen der Balkanhalbinsel. Euphorbia Austriaca erreicht die alpine Region der östlichen Alpen. Mercurialis perennis geht in den Alpen bis zur oberen Grenze der Buchenwälder. Mehrere einjährige Arten von Euphorbia werden als Feldunkräuter bis an die Grenze des arktischen Gebietes angetroffen. Fossile Reste sind mit Sicherheit nicht bekannt. Die Zahl der jetzt lebenden, bisher unterschiedenen Arten beträgt ungefähr 4000.

50. Stamm: **Aesculinae, Äsculinen.**

Umfaßt die Familien: Vochysiaceae, Polygalaceae, Tremandraceae, Melianthaceae, Sapindaceae, Hippocastanaceae.

Ausdauernde Kräuter, Sträucher und Bäume. Blüten zygomorph und aktinomorph, zwitterig und scheinzwitterig. Die Blumenblätter in zwei Wirtel geordnet. Der untere erscheint als Kelch ausgebildet und ist vier- bis fünfgliederig, der obere wird aus 4—5 oder infolge der Unterdrückung einzelner Glieder nur aus 1, 2 oder 3 freien Kronblättern gebildet. Die Fruchtanlage ist oberständig; die Fruchtblätter sind zu einem einzigen zwei- bis dreifächerigen Stempel verwachsen. Die Samenanlagen stehen in dem inneren Winkel der Fächer. Von Pollenblättern sind bei einigen Tremandraceen 10 (doppelt so viele als Kelch- und Kronenblätter), bei den Sapindaceen und Hippocastanaceen 7—8, bei den Polygalaceen 4, 5 oder 8, bei den Melianthaceen 4 und bei den Vochysiaceen nur ein einziges ausgebildet, ein

Wechsel in den Zahlen, welcher durch die Annahme der Unterdrückung einzelner Glieder in den zygomorphen Blüten erklärt wird. Die Pollenblätter entspringen unmittelbar unterhalb der Fruchtblätter von der Achse, und es ist zwischen sie und die Fruchtblätter weder ein fleischiger Ring noch ein Kranz von Drüsen eingeschaltet. In den zygomorphen Blüten der Hippocastanaceen, Sapindaceen, Melianthaceen und Vochysiaceen ist außerhalb des Andröceums ein Honig absondernbes Gewebe über dem verzerrten, nach einer Seite hin stärker entwickelten Blütenboden ausgebildet (s. Abbildung, S. 224, Fig. 12), und in den aktinomorphen Blüten der Tremandraceen ist zwischen das Andröceum und die Blumenkrone ein fleischiger schwacher Ring eingeschaltet. Der Pollen ist haftend. Die Frucht ist eine Kapsel oder Spaltfrucht. Bei den Hippocastanaceen und Sapindaceen trennen sich die drei Fruchtblätter ähnlich wie bei den Euphorbiaceen und fallen als Schalen mitsamt den Samen ab.

Die Vochysiaceen, Hippocastanaceen und Sapindaceen sind zum Teile mächtige Bäume, zum Teile strauchartige Gewächse mit zusammengesetzten Laubblättern. Einige Polygalaceen und viele Sapindaceen sind Lianen (z. B. Serjania, Band I, S. 653). Mehrere Polygalaceen sind als Rutensträucher ausgebildet, und ihre grünen Zweige sind mit kleinen schuppenförmigen Blättchen besetzt, die anderen Polygalaceen haben ungeteilte grüne Laubblätter. Bei den Polygalaceen sind 2 Blätter des Kelches flügelartig gestaltet und kronenartig gefärbt, und die Pollenblätter sind in eigentümlicher Weise verwachsen (s. Abbildung, S. 85, Fig. 30). Die Äsculinen sind über alle Weltteile verbreitet. Der Roßkastanienbaum (Aesculus Hippocastanum) hat seine Heimat in den Gebirgen des nördlichen Griechenland, die anderen Hippocastanaceen sind Bewohner Nordamerikas. Die Vochysiaceen und die meisten Sapindaceen gehören dem tropischen Amerika an. Die Melianthaceen sind auf das südliche Afrika und die Tremandraceen auf Australien beschränkt. Einige Polygalaceen bewohnen auch die kälteren Erdstriche und das Hochgebirge. **Polygala alpestris** wächst in den Zentralalpen noch in der Seehöhe von 2400 m. Fossile Reste von Sapindaceen finden sich in den Ablagerungen der tertiären Periode. Die Zahl der jetzt lebenden, bisher bekannt gewordenen Arten beträgt ungefähr 1600.

51. Stamm: **Discophorae, Discophoren.**

Umfaßt die Familien: **Ampelidaceae, Erythroxylaceae, Humiriaceae, Pittosporaceae, Staphyleaceae, Aceraceae, Malpighiaceae, Celastraceae, Hippocrateraceae, Terebinthaceae, Burseraceae, Aurantiaceae, Meliaceae, Rutaceae, Zygophyllaceae, Diosmaceae, Boroniaceae, Zanthoxylaceae, Connaraceae, Ochnaceae, Simarubaceae.**

Einjährige und ausdauernde Kräuter, Sträucher und Bäume mit einfachen und zusammengesetzten Laubblättern. Blüten aktinomorph und zygomorph, zwitterig, scheinzwitterig, einhäusig und zweihäusig in Cymen geordnet und diese in sehr mannigfach zusammengesetzte Blütenstände gruppiert. Die Blumenblätter in 2 vier- bis fünfgliederige Wirtel geordnet. Der untere Wirtel ist als Kelch, der obere als Krone ausgebildet. Die von einem gewulsteten Scheibenboden getragene oberständige Fruchtanlage ist aus wirtelig gestellten Fruchtblättern aufgebaut (s. Abbildung, S. 677, Fig. 4), jedes Fruchtblatt bildet ein besonderes Fach, und die Fächer sind entweder vollständig zu einem einzigen Stempel verwachsen, wie bei den Aurantiaceen und Ampelidaceen, oder sie sind am Grunde so vereinigt, daß ein lappiger Fruchtknoten entsteht, wie bei den Rutaceen und Zygophyllaceen, oder sie sind vollständig getrennt, wie bei den Boroniaceen, Zanthoxylaceen, Ochnaceen und Simarubaceen (s. Abbildung, S. 677, Fig. 5 und 6). Bei den Terebinthaceen ist nur ein Fruchtblatt ausgebildet, aber man findet neben demselben gewöhnlich auch die Spuren einiger unterdrückter Fruchtblätter. Die Samenanlagen



Discophorae: Evonymus Europaeus (Familie Celastraceae), 1. Blühender Zweig. — 2. Längsschnitt durch eine Blüte. — Quassia amara (Familie Simarubaceae), 3. Blühender Zweig. — 4. Fruchtanlage und Blütenboden. — Ochna (Familie Ochnaceae), 5. Blütenboden, Fruchtanlage und ein Pollenblatt. — 6. Frucht; — 7. Längsschnitt durch die Blüte des Götterbaumes Ailanthus (Familie Simarubaceae). Zum Teile nach Baillon. Vgl. Text, S. 676 u. 678.

stehen im inneren Winkel der Fächer, und zwar bei den Aurantiaceen, Rutaceen und Zygophyllaceen mehr als 2, bei den anderen Familien nur 1—2. Die Pollenblätter sind in 1—2 vier- bis fünfgliederigen Wirteln angeordnet, entspringen am Rande oder von der Fläche des den Fruchtknoten ringförmig umwallenden, gewulsteten Blütenbodens, und ihre Ursprungsstelle befindet sich stets tiefer als der Grund der Fruchtanlage (s. Abbildung, S. 677, Fig. 2, 5 und 7). Der Pollen ist haftend. Die Früchte enthalten in ihren Fächern nur wenige oder nur einen verhältnismäßig großen Samen.

Die Discophoren sind der Mehrzahl nach Holzgewächse mit ätherischen Ölen und aromatischen, harzigen, terpentinartigen Stoffen. Unter den Malpighiaceen, Celastraceen, Hippocrateraceen und Ampelidaceen finden sich viele Lianen. Die Laubblätter sind bei den Erythroxylaceen und Celastraceen ungeteilt (s. Abbildung, S. 677, Fig. 1), bei den Aceraceen und Ampelidaceen meistens gelappt und bei den anderen Familien vielfach geteilt und zusammengesetzt (s. Abbildung, S. 677, Fig. 3). Die Kronenblätter sind gewöhnlich klein und von grünlichgelber Farbe. Die Träger der Antheren sind bei den Meliaceen und Aurantiaceen ganz oder gruppenweise verwachsen. Die Früchte sind ungemein mannigfaltig. Bei den Staphyleaceen, Boroniaceen und Diosmaceen entwickeln sich Balgfrüchte, bei den Celastraceen und Rutaceen Kapselfrüchte (s. Abbildung, S. 425, Fig. 6), bei den Zygophyllaceen, Aceraceen und Malpighiaceen Spaltfrüchte, bei dem zu den Simarubaceen gehörigen Götterbaume geflügelte Schießfrüchte (s. Abbildung, S. 422, Fig. 7) und bei den Ampelidaceen und Aurantiaceen beerenartige Früchte. Die Discophoren sind über alle Weltteile verbreitet. Sie gehören der Mehrzahl nach dem tropischen Erdgürtel an, und mehrere Familien, wie z. B. die Burseraceen, Ochnaceen und Malpighiaceen, sind ausschließlich Tropenbewohner. Die Diosmaceen sind auf das südliche Afrika, die Boroniaceen auf Australien, die Rutaceen auf die mittelländische und pontische Flora beschränkt. Verhältnismäßig wenige Arten finden sich in der nördlich gemäßigten Zone und in den entsprechenden Lagen in den Gebirgen. Der Bergahorn ist ungefähr so weit wie die Buche verbreitet und überschreitet in den Zentralalpen sogar die obere Buchengrenze. Fossile Reste kennt man aus der mesozoischen und tertiären Periode. Die Zahl der jetzt lebenden, bisher bekannt gewordenen Arten beträgt ungefähr 7200.

52. Stamm: Nelumbeae, Nelumbeen.

Umfaßt die Gattung Nelumbo.

Sumpfpflanzen mit unterirdischen Wurzelstöcken und langgestielten, schildförmigen Laubblättern. Die Blüten zwitterig, aktinomorph. Die Blumenblätter in schraubiger Anordnung, die unteren kelchartig, die oberen kronenartig, doch ohne scharfe Grenze ineinander übergehend. Die Fruchtanlage oberständig aus mehreren einfächerigen Stempeln gebildet, welche vollständig getrennt sind, und deren jeder in einer besonderen Vertiefung des großen, verkehrt kegelförmigen Blütenbodens eingesenkt ist (s. Abbildung, S. 434). Jeder Stempel erhält eine nahe dem Scheitel des Fruchtknotens aufgehängte Samenlage. Das Andröceum besteht aus zahlreichen schraubig angeordneten Pollenblättern, welche unterhalb des mächtigen, sich aus der Blütenmitte erhebenden Scheibenbodens entspringen. Die Frucht ist eine Sammelfrucht (s. S. 433). Die in den Scheibenboden eingesenkten nußartigen Früchte sind einsamig und haben eine harte Schale. Die Samen enthalten einen Keimling mit zwei großen Keimblättern und mehreren eingeschlagenen kleinen Laubblättern, besitzen aber kein Würzelchen.

Dieser Stamm ist nur durch zwei Arten, Nelumbo lutea und nucifera, vertreten. Die erstere findet sich in Amerika von 11° nördl. Br. bis 42° südl. Br., die zweite ist durch die

wärmeren Teile Asiens vom Kaspischen Meere bis China und Japan und nach dem nordöstlichen Australien verbreitet und wird in diesen Gebieten stellenweise im großen gezogen. Ähnlich der Lotosblume der alten Ägypter spielt Nelumbo nucifera (s. untenstehende Abbildung) bei den Chinesen, Japanesen und Indern als Motiv in den Kunstschöpfungen eine wichtige Rolle und findet sich insbesondere auch in den buddhistischen Tempeln als heilige Pflanze häufig verwendet. — Fossile Reste kennt man aus den Ablagerungen der tertiären Periode in Mitteleuropa.



Indische Lotospflanze (Nelumbo nucifera), in einem Sumpfe nächst Peking. (Nach einer Photographie.)

53. Stamm: Aquifoliae, Aquifolien.

Umfaßt die Gattungen: Ilex, Byronia, Nemopanthes, Sphenostemon.

Sträucher und Bäume mit immergrünen Laubblättern ohne Nebenblätter. Die Blüten sind aktinomorph, zwitterig oder scheinzwitterig. Die Blumenblätter in 2 vier- bis sechsgliederige Wirtel geordnet; der untere Wirtel ist als Kelch, der obere als Krone ausgebildet. Die Kronenblätter sind bei einigen Arten am Grunde zu einem Ringe verwachsen, bei den meisten aber frei. Die Fruchtanlage wird von einem Kegelboden getragen, ist oberständig, vier- bis achtgliederig und gefächert. In jedem Fache ist nur eine im inneren Winkel hängende Samenanlage ausgebildet. Die Pollenblätter, 4—6 an der Zahl, sind frei und bilden einen einfachen Wirtel. Der Pollen ist haftend, die Frucht eine vier- bis sechssamige Steinfrucht. Der Same enthält einen sehr kleinen Keimling an der Spitze eines fleischigen, besonderen Speichergewebes.

Die Aquifolien sind vorwiegend in den wärmeren Teilen Amerikas zu Hause. Die Stechpalme (Ilex Aquifolium) ist im westlichen Küstengebiete Europas von Portugal bis in das südliche Norwegen verbreitet. In den nördlichen Kalkalpen erreicht sie ihre obere Grenze in der Seehöhe von 1327 m. Fossile Reste sind aus der mesozoischen und tertiären Periode bekannt. Die Zahl der jetzt lebenden, bisher bekannt gewordenen Arten beträgt ungefähr 150.

54. Stamm: Viridiflorae, Grünblumige.

Umfaßt die Familien: Leitneriaceae, Cannabinaceae, Dorsteniaceae, Artocarpaceae, Ficaceae, Conocephalaceae, Moraceae, Ulmaceae.

Einjährige oder ausdauernde Kräuter, Halbsträucher, Sträucher und Bäume. Die Spreite der Laubblätter von fiederläufigen oder strahlläufigen Strängen durchzogen. Die Blüten in knäuelförmige, büschelförmige oder ährenförmige Cymen geordnet, aktinomorph, zwitterig, scheinzwitterig, einhäusig und zweihäusig, mit einem Perigon, welches von 2—8 unscheinbaren, grünlichen Blättchen gebildet wird. Die Fruchtanlage ist oberständig, aus 1—2 Fruchtblättern aufgebaut und einfächerig. Samenanlage eine, von der Spitze des Faches herabhängend. Pollenblätter so viele oder doppelt so viele wie Glieder des Perigons, alle oder jene des äußeren Wirtels vor den Blättern des Perigons stehend. Der Pollen ist mehlig, stäubend. Die Frucht ist eine einsamige Schließfrucht oder Steinfrucht. Die Keimblätter des Keimlings sind nicht verdickt.

Die Ulmaceen und Cannabinaceen enthalten wässerige Säfte, die Pflanzen der anderen Familien führen mehr oder weniger Milchsaft. Der Milchsaft der indischen Ficus elastica wird zur Kautschukbereitung, jener des südamerikanischen Kuhbaumes (Galactodendron utile) als Nahrungsmittel benutzt. Der Milchsaft des in Java heimischen Upasbaumes (Antiaris toxicaria) enthält giftige Stoffe. Der Hopfen (Humulus Lupulus) und der Hanf (Cannabis sativa) bilden in besonderen Zellen und Zellgruppen bittere und aromatische Stoffe aus (Lupulin, Haschisch). Die merkwürdigen Tafel- und Säulenwurzeln der Ficaceen wurden Band I, S. 712—714 ausführlich besprochen und abgebildet. Auf S. 681 ist die Abbildung einer Ficus eingeschaltet, dessen Luftwurzeln Hooker im Himalaja von den Einheimischen als Brücke benutzt sah. Die Spreite der Laubblätter ist bei mehreren Artocarpaceen, Ficaceen, Cannabinaceen, Moraceen und Dorsteniaceen handförmig gelappt oder geteilt, bei den Ulmaceen ungeteilt, aber am Rande gesägt. Bei den letzteren sind die beiden Hälften der Blattspreiten von ungleicher Größe (s. Abbildung, Band I, S. 392). Bei den meisten Grünblumigen sind Nebenblätter entwickelt, welche als schützende Decke der noch unentfalteten Blattspreite dienen (s. Band I, S. 325). Die Achse des Blütenstandes ist in vielen Fällen, zumal bei den Dorsteniaceen, Artocarpaceen, Ficaceen, Conocephalaceen und Moraceen, verdickt, bisweilen scheibenförmig verbreitert oder urnenförmig ausgehöhlt (s. Abbildung, S. 154). Sie ist auch bei der Ausbildung jener fleischigen, saftreichen Scheinfrüchte und Sammelfrüchte beteiligt, welche als Obst, beziehentlich als Nahrungsmittel in den wärmeren Gegenden eine hohe Bedeutung erlangt haben (Feigen von Ficus, Brotfrucht von Artocarpus incisa). Auch das Perigon beteiligt sich mitunter an der Fruchtbildung, so namentlich bei den Maulbeeren (Morus), wo dasselbe zu einer fleischigen Hülle der Frucht wird. Bei mehreren anderen Grünblumigen ist dagegen das Perigon fast ganz unterdrückt. Die Träger der Antheren sind bei den Dorsteniaceen und Moraceen in der Blütenknospe einwärts gekrümmt, schnellen nach dem Öffnen des Perigons auf und streuen den stäubenden Pollen in die Lüfte (s. Abbildung, S. 135). In den Blüten der anderen Familien sind die Träger der Antheren gerade. Der Keimling ist in den meisten Fällen gekrümmt.

Das Speichergewebe ist sehr spärlich entwickelt oder fehlt gänzlich. Die Grünblumigen sind über alle Weltteile verbreitet. Die Ulmaceen reichen bis über den 66. Grad nördlicher Breite und 36. Grad südlicher Breite. Die reichste Gliederung zeigen die Grünblumigen im tropischen Erdgürtel. Fossile Reste finden sich in den Ablagerungen der mesozoischen und tertiären Periode. Besonders bemerkenswert ist das Vorkommen von Blättern eines Brotfruchtbaumes (Artocarpus Dicksoni) in der Kreide Grönlands und das häufige Vorkommen von Ulmaceen (Celtis, Zelkova, Ulmus) in den miocänen Ablagerungen. Die Zahl der jetzt lebenden, bisher ermittelten Arten beträgt ungefähr 1000.



Ficus mit Luftwurzeln, welche eine Brücke über einen Gebirgsbach im Himalaja bilden. (Nach Hooker.) Vgl. Text, S. 680.

55. Stamm: Conopodiae, Conopodien.

Umfaßt die Familien: Anonaceae, Magnoliaceae, Ranunculaceae, Cabombaceae, Ceratophyllaceae, Menispermaceae, Lardizabalaceae, Dilleniaceae, Clusiaceae, Hypericaceae, Elatinaceae, Phytolaccaceae, Sterculiaceae, Tiliaceae, Ternströmiaceae, Bombaceae, Gossypiaceae, Malvaceae, Geraniaceae, Linaceae, Oxalidaceae, Balsaminaceae, Tropaeolaceae.

Einjährige und ausdauernde Kräuter, Sträucher und Bäume, deren Laubblätter zum größten Teile der Nebenblätter entbehren. Die Blüten einzeln oder in traubiger und cymatischer Anordnung, aktinomorph und zygomorph, zwitterig, scheinzwitterig, einhäusig und zweihäusig. *Die Blumenblätter in Kelch und Krone geschieden; die Kronenblätter frei.* Bei einigen Ranunkulaceen sind die Kronenblätter in Honigbehälter metamorphosiert und dann erscheinen die Kelchblätter kronenartig gefärbt; bei einigen anderen Ranunkulaceen sowie bei den Menispermaceen, Cabombaceen und Ceratophyllaceen sind die Kronenblätter von den Kelchblättern nur wenig abweichend, oder sie sind unterdrückt, und

die Blume macht den Eindruck eines Perigons. Wieder bei einigen anderen Familien, so namentlich den Malvaceen, bilden die Deckblätter einen sogenannten Außenkelch. Die einzelnen Wirtel der Blumenblätter sind drei-, vier- und fünfgliederig. Bei mehreren Familien, zumal den Ternströmiaceen, sind die Blumenblätter schraubig gestellt, und die 3—6 Kelchblätter gehen ohne scharfe Grenze in die 3—6 Kronenblätter über. Die



Conopodiae: Helleborus niger (Ranunculaceae), um die Hälfte verkleinert. — 2. Myosurus minimus (Ranunculaceae), ganze Pflanze mit Blüten und Blütenknospen, in natürlicher Größe. — 3. Einzelne Blüte des Myosurus minimus, vergrößert. Vgl. Text, S. 683.

Fruchtanlage ist oberständig, wird von einem Kegelboden getragen und von 3—50 wirtelig oder schraubig gestellten Fruchtblättern gebildet, deren jedes für sich ein besonderes Gehäuse bildet (s. Abbildung, S. 227, Fig. 2, und obige, Fig. 1—3). Diese Gehäuse sind entweder vollständig getrennt oder am Grunde oder auch ganz miteinander verwachsen. Im letzteren Falle bildet jedes Gehäuse ein Fach des mehrgliederigen Stempels. Die Samenanlagen sitzen im inneren Winkel dieser Fächer. Das Andröceum ist drei- bis fünfgliederig, oder die Zahl

der Glieder des Andröceums ist zum wenigsten doppelt so groß wie jene des obersten Wirtels der Blumenblätter. Bei mehreren Familien, so namentlich bei den Hypericaceen, sind die Glieder des Andröceums in zahlreiche Antheren tragende Fäden gespalten. Die Ranunkulaceen, Anonaceen, Magnoliaceen, Tiliaceen und Aquifoliaceen zeigen freie Pollenblätter, bei den anderen Familien sind die Träger der Antheren miteinander teilweise oder ganz verwachsen. Die Frucht ist als Nuß, Pflaume, Balg oder Kapsel ausgebildet. Bei einigen Hypericaceen, Sterculiaceen, Ranunkulaceen, Malvaceen, Phytolaccaceen und Oxalidaceen ist sie beerenartig. Mehrere Malvaceen und Geraniaceen zeigen eine Spaltfrucht, und die Anonaceen und mehrere Magnoliaceen besitzen eine Sammelfrucht. Die Samen einiger Malvaceen, zumal der Baumwollstauden (Gossypium), sind in einen Haarmantel eingehüllt.

Die Conopodien sind über alle Weltteile verbreitet. Die Anonaceen, Clusiaceen, Dilleniaceen (Dipterocarpeen), Malvaceen, Menispermaceen, Sterculiaceen und Tiliaceen gehören vorwiegend den Tropen an. Die Bombaceen (Wollbäume, s. Band I, S. 616) sind Bewohner des tropischen Amerika; die Tropäolaceen gehören gleichfalls ausschließlich der Neuen Welt an. Die Lardizabalaceen bewohnen das östliche Asien. Im Kaplande sind insbesondere die Oxalidaceen und die zu den Geraniaceen gehörigen Pelargonien durch zahlreiche Arten vertreten. Die Ranunkulaceen gehören vorwaltend der nördlich gemäßigten und der arktischen Zone an. Ranunculus glacialis gedeiht noch am Rande der Gletscher, sowohl im arktischen Gebiete wie in den Zentralalpen. Fossile Reste sind in großer Zahl aus den Ablagerungen der Tertiärperiode bekannt. Die Zahl der jetzt lebenden, bisher unterschiedenen Arten beträgt ungefähr 4500.

56. Stamm: Cruciferae, Kreuzblütler, Schotengewächse.

Nur eine Familie mit 208 Gattungen, welche der Übersichtlichkeit wegen in die Rotten Pleurorhizeae, Notorhizeae, Orthoploceae, Spirolobeae und Diplocolobeae eingeteilt werden.

Einjährige oder ausdauernde Kräuter und Halbsträucher mit schraubig gestellten Laubblättern. Die Spreite der Laubblätter von fiederläufigen Strängen durchzogen. Die traubig gruppierten Blüten sind zwitterig oder scheinzwitterig, aktinomorph und zygomorph. Die Blumenblätter in Kelch und Krone geschieden. Der Kelch sowie die Krone werden aus 2 zweigliederigen Blattwirteln gebildet. Die Kronenblätter sind frei. Die Fruchtanlage ist oberständig, frei. Die Fruchtblätter entspringen unter dem Ende des Kegelbodens und sind von zweierlei Art, die zwei unteren tragen keine Samenanlagen und bilden Klappen, welche sich an die beiden oberen, in Rippen metamorphosierten und einen Rahmen bildenden Fruchtblätter anlegen. Die beiden oberen Fruchtblätter, zwischen welchen eine dünne Membran ausgespannt ist, tragen die Samenanlagen in zweizeiliger Anordnung (s. S. 72). Das Andröceum wird aus 2 kürzeren und 4 längeren Pollenblättern gebildet (s. Abbildung, S. 291, Fig. 8). Der Pollen ist haftend. Die Frucht ist eine Schote (s. S. 72 und Abbildung, S. 425, Fig. 15 und 16). Die Samen entbehren des besonderen Speichergewebes. Der Keimling ist gekrümmt. Die Keimblätter, aber auch die Laubblätter und Wurzeln der meisten Kreuzblütler enthalten scharfe und ölige Stoffe, insbesondere Senföl, so namentlich der Senf, die Brunnen- und Gartenkresse, der Rettich und Meerrettich.

Die Kreuzblütler sind über die nördliche Halbkugel verbreitet. In größter Mannigfaltigkeit finden sie sich in den Steppengebieten der Alten Welt. Auch die mittelländische, arktische und alpine Flora sind reich an Pflanzen dieses Stammes. Mehrere zählen zu den Phanerogamen, welche noch hart an der Grenze des Pflanzenlebens im arktischen Gebiete und im Hochgebirge vorkommen. Fossile Reste von Kreuzblütlern sind nicht bekannt. Die Zahl der jetzt lebenden, bisher bekannt gewordenen Arten beträgt ungefähr 1550.

57. Stamm: Berberides, Sauerdorne.

Umfaßt die Familie Berberidaceae.

Sträucher und ausdauernde Kräuter mit unterirdischen Rhizomen und Knollen, deren am Rande gesägte und häufig tief zerschnittene und zusammengesetzte Laubblätter von strahlläufigen oder fiederläufigen Strängen durchzogen sind. Die einzeln stehenden oder in Trauben und Cymen angeordneten Blüten sind zwitterig, aktinomorph und durch die große Zahl der aufeinander folgenden zwei- oder dreigliederigen Wirtel ausgezeichnet. Die Blumenblätter sind in Kelch und Krone geschieden. Der Kelch ist aus 1—3, die Krone aus 1—2 zweizähligen oder dreizähligen Wirteln aufgebaut. Die Blätter dieser Wirtel sind frei. Bei mehreren Gattungen sind die Kronenblätter in Nektarien metamorphosiert. Bei einer Gattung sind 7—10 Wirtel von Blumenblättern vorhanden, und die Kelchblätter gehen so allmählich in die Kronenblätter über, daß eine scharfe Grenze nicht gezogen werden kann. Die Fruchtanlage ist oberständig, aus einem einzigen Fruchtblatt gebildet und einfächerig. Die Samenanlagen sitzen an der Bauchnaht des Fruchtknotens. Das Andröceum ist aus 2 zwei- oder dreigliederigen Wirteln gebildet. Die Träger der Antheren sind frei, die Antheren springen mittels Klappen auf. Der Pollen ist haftend. Die Frucht ist eine Beere, Schließfrucht oder Balgfrucht. Der Same enthält ein reichliches besonderes Speichergewebe und einen kleinen, geraden Keimling.

Die Berberideen sind vorwaltend in der nördlich gemäßigten Zone der Alten und Neuen Welt verbreitet. Einige Arten finden sich auch in den Gebirgen des tropischen Indiens und in den Anden Südamerikas. Fossile Reste kennt man aus der Tertiärzeit. Die Zahl der jetzt lebenden, bisher bekannt gewordenen Arten beträgt ungefähr 110.

58. Stamm: Myristicae, Muskatbäume.

Umfaßt die Familie Myristicaceae.

Bäume mit immergrünen, ungeteilten Laubblättern. Die Spreite der Laubblätter ist von einem Hauptstrange und fiederförmig verlaufenden Seitensträngen durchzogen. Die Blüten sind traubenförmig gruppiert, zweihäusig, aktinomorph. Jede Blüte ist von einem dütenförmigen Deckblatte gestützt. Die Blumenblätter sind frei, in 1—2 zweigliederige Wirtel geordnet und bilden ein kelchartiges Perigon. Die Fruchtanlage ist oberständig, aus einem einzigen Fruchtblatte gebildet, einfächerig, mit einer nahe dem Grunde der Fruchtknotenhöhle sitzenden, aufrechten Samenanlage. Das Andröceum wird aus 3—18 Pollenblättern gebildet. Die Träger der Antheren sind zu einer Röhre verwachsen, die Antheren springen mit Längsspalten auf. Der Pollen ist haftend, die Frucht beerenartig, einfächerig; das Fruchtfleisch trennt sich zur Reifezeit mittels Längsspalten in zwei klappenartig auseinander weichende Teile. Der von einem zerschlitzten, fleischigen Samenmantel eingehüllte Same enthält ein sehr großes und sehr hartes, runzeliges, zerklüftetes Speichergewebe und am Grunde desselben einen kleinen Keimling.

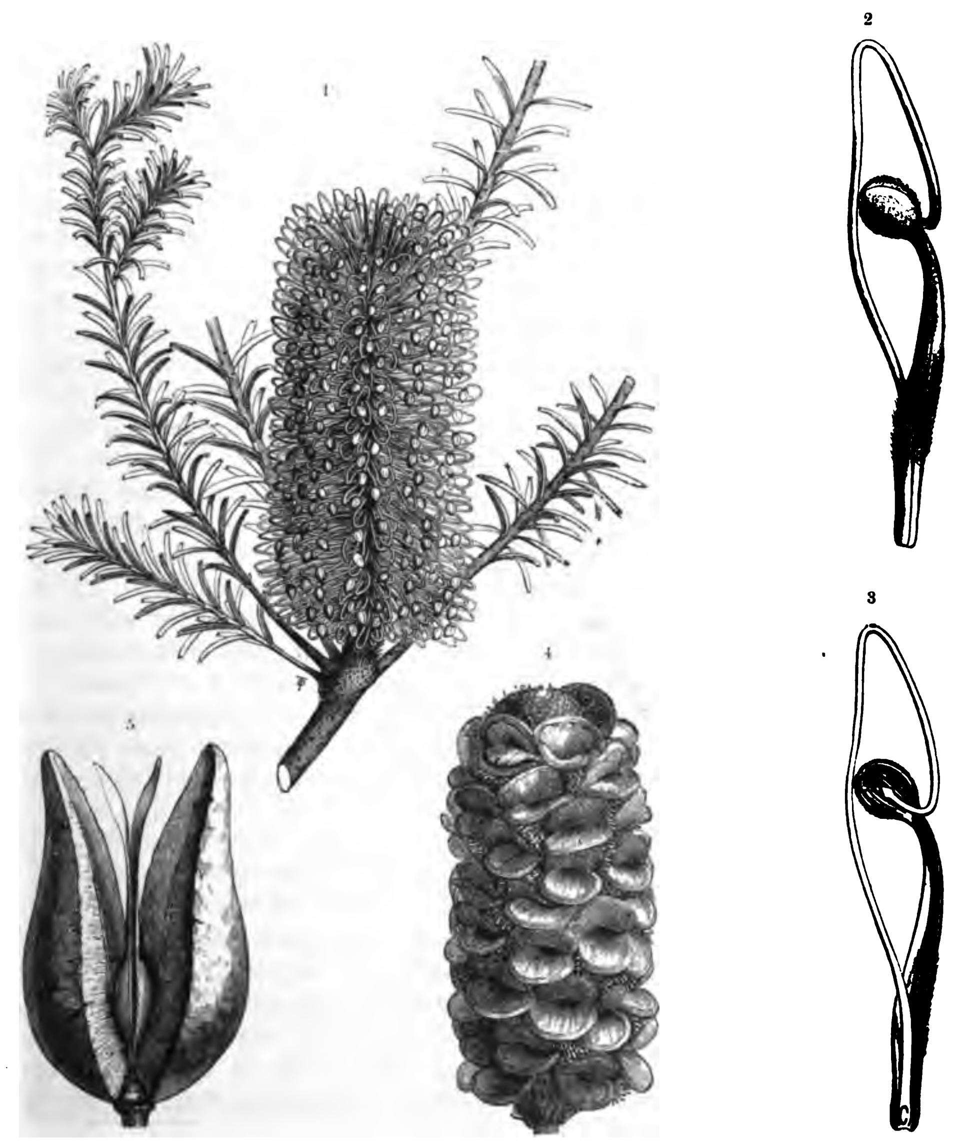
Die Muskatbäume gehören dem tropischen Erdgürtel an. Die meisten Arten beherbergt das tropische Asien, die wenigsten Australien. Fossile Reste derselben sind nicht bekannt. Die Zahl der jetzt lebenden Arten beträgt ungefähr 100.

59. Stamm: Proteales, Protealen.

Umfaßt die Familie Proteaceae.

Ausdauernde Kräuter mit unterirdischem, wenig über die Erde hervorragendem Stamme oder Sträucher und kleine Bäume mit ungeteilten oder verschiedentlich gelappten und

zerschnittenen starren Laubblättern ohne Nebenblätter. Die Blüten in Köpfchen oder Ähren (s. untenstehende Abbildung, Fig. 1), aktinomorph oder zygomorph, zwitterig, scheinzwitterig, einhäusig und zweihäusig. Die Blume als kronenartiges Perigon ausgebildet, dessen 4 Glieder am Grunde verwachsen sind und mit ihren freien Enden in



Protealen: 1. Banksia ericifolia. — 2. Einzelne Blüte von Banksia litoralis, deren löffelförmige Perigonblätter noch zusammenschließen. — 3. Längsschnitt durch diese Blüte; die Narbe des widerhakig gebogenen Griffels liegt zwischen den Antheren, deren Träger an die hohle Seite der löffelförmigen Perigonblätter angewachsen sind. — 4. Fruchtstand der Banksia ericifolia. — 5. Frucht der Xylomelon piriform. — Fig. 2 und 3 vergrößert, die anderen Figuren in natürlicher Größe. (Nach Baillon.) Vgl. Text, S. 686.

der Knospe klappig zusammenschließen (s. obenstehende Abbildung, Fig. 2). Fruchtanlage oberständig, frei, einfächerig, mit ein bis vielen wandständigen Samenanlagen, deren Mikropyle dem Grunde des Fruchtknotens zugewendet ist, und welche ein doppeltes Integument besitzen. Die Basis des Fruchtknotens mit

Honig absondernden Geweben umwallt. Pollenblätter so viele wie Perigonblätter. **Der kurze Antherenträger ist mit dem hinter ihm stehenden Perigonblatte verwachsen** (s. Abbildung, S. 685, Fig. 3). Frucht eine Steinfrucht, Nuß, Kapsel oder Balgfrucht (s. Abbildung, S. 685, Fig. 4 und 5, und Abbildung, S. 423). **Der Same enthält einen mit zwei großen, fleischigen, dicken Keimblättern versehenen Keimling, aber kein besonderes Speichergewebe.**

Die Protealen sind zum größten Teile vielverzweigte Sträucher. Die baumförmige neuseeländische Knightia excelsa erreicht die Höhe von 30 m. Die Laubblätter sind bald kahl, bald mit Schuppen bekleidet und besitzen eigentümliche Spaltöffnungen (s. Band I, S. 273). Die Gattung Hakea zeigt an einigen Arten fiederteilige und doppeltgefiederte, an anderen stielrunde und nadelförmige Blätter. Die gehäuften Blüten sind bisweilen mit einer aus vielen Schuppen gebildeten Hülle umgeben, welche an die Hülle der Korbblütler erinnert. Der Fruchtknoten ist manchmal von einem besonderen Stiele getragen. Eine große Mannigfaltigkeit zeigt der Griffel und die Narbe. Bei manchen Arten, so namentlich bei der auf S. 685 abgebildeten Banksia ericoides und litoralis durchbricht der hakenförmig eingeschlagene Griffel infolge starken Längenwachstums seines unteren Teiles die Röhre des Perigons; das kopfförmig verdickte Ende desselben bleibt aber noch zwischen den an die löffelförmig ausgehöhlten Zipfel des Perigons angewachsenen Pollenblättern eingelagert. Erst dann, wenn sich die Perigonzipfel lösen und zurückschlagen, wird auch der Griffelkopf freigelassen. Der Pollen wird häufig auf dem Griffelende abgelagert, ohne daß er sofort auf die zugehörige Narbe gelangt, und bei manchen Arten finden sich besondere haarförmige und bürstenförmige Sammelapparate oder auch taschenförmige und schlitzförmige Aushöhlungen als zeitweiliger Aufbewahrungsort des Pollens ausgebildet. Die Protealen gedeihen vorwaltend in den Gebieten, wo eine kurze regenreiche mit einer langen regenlosen Periode abwechselt. Den größten Reichtum an Arten zeigt Australien und das südwestliche Kapland; in viel geringerer Artenzahl sind sie im tropischen Südamerika, in Chile, in Neukaledonien, Neuseeland, im tropischen Ostasien, in Madagaskar und in den Gebirgen des tropischen Afrika verbreitet. Fossile Reste von Proteaceen finden sich in den Schichten der tertiären Periode. Die Zahl der jetzt lebenden, bisher unterschiedenen Arten beträgt ungefähr 1000.

60 Stamm: Salicales, Salicalen.

Umfaßt die Gattungen Salix (Weide) und Populus (Pappel).

Sträucher und Bäume mit reich belaubten Zweigen. Die Laubblätter am Grunde mit Nebenblättern versehen. **Der Blütenstand ährenförmig.** Die Blüten zweihäusig (s. Abbildung, S. 298), in den Achseln von Deckblättern ausgebildet. **Die Blumenblätter fehlen, sie sind ersetzt durch fleischige, einfache oder gespaltene „Drüsen" oder durch eine becherförmige Hülle, welche dicht über dem Deckblatte ausgebildet ist. Fruchtanlage zweigliederig, der Fruchtknoten einfächerig, mit wandständigen Samenanlagen.** Andröceum aus 2—30 Pollenblättern gebildet. **Frucht eine mit zwei sich zurückkrümmenden Klappen aufspringende Kapsel. Die Samen am Grunde mit langen Haaren besetzt und von diesen wie in einen Mantel eingehüllt** (s. Abbildung, S. 417, Fig. 3 und 4). Der Keimling gerade. Ein besonderes Speichergewebe ist nicht vorhanden.

Die diesem Stamme angehörenden Gewächse zeigen alle Abstufungen von der Polarweide Salix polaris (s. Abbildung, S. 418), deren 2—3 mm dicke Stämmchen der Erde aufliegen, bis zu den mächtigen Pappeln, deren Stämme einen Durchmesser von 2 bis 4 m erreichen. Die Spreite der Laubblätter ist entweder mit strahlläufigen Strängen

durchzogen, oder die Seitenstränge sind fiederläufig. In letzterem Falle sind die unteren Seitenstränge gegen den Blattgrund mitunter sehr zusammengedrängt. Die Gattung Salix hat haftenden Pollen, einfache oder zerschlitzte „Drüsen“, die Gattung Populus stäubenden Pollen und eine becherförmige oder krugförmige Hülle. Die Salicalen gehören vorwaltend der nördlich gemäßigten und der arktischen Zone an und wachsen mit Vorliebe in Beständen an Flußufern. Das tropische Afrika, Madagaskar und Südamerika beherbergen nur wenige Arten. Mehrere Weiden mit niederliegenden Stämmen bilden die letzten Vorposten der Strauchvegetation im hohen Norden und in den Hochgebirgen (s. Abbildung, Bd. I, S. 489). Salix herbacea findet sich in den Zentralalpen noch bei 3098 m Seehöhe. Fossile Reste kennt man aus den Ablagerungen der mesozoischen, tertiären und diluvialen Periode. Die Zahl der jetzt lebenden, bisher unterschiedenen Arten beträgt ungefähr 200.

61. Stamm: Parietales, Wandsamige.

Umfaßt die Familien: Droseraceae, Bixaceae, Cistaceae, Violaceae, Capparidaceae, Papaveraceae, Fumariaceae, Frankeniaceae, Tamaricaceae.

Einjährige und ausdauernde Kräuter, Sträucher und Bäume. Die Blüten einzeln oder in Ähren, Dolden, Trauben und traubenförmigen Wickeln geordnet, aktinomorph und zygomorph, zwitterig und scheinzwitterig. Die **Blumenblätter in Kelch und Krone geschieden; der Kelch aus einem zwei- bis fünfgliederigen Wirtel, die Krone aus 2 zweigliederigen oder einem fünfgliederigen Wirtel gebildet. Die Kronenblätter frei. Die Fruchtanlage oberständig, frei, aus 2, 3 oder mehreren zu einem einfächerigen Fruchtknoten verwachsenen Fruchtblättern gebildet. Die Samenanlagen an der Innenwand der Fruchtblätter**, entweder von besonderen, als obere Fruchtblätter gedeuteten Leisten getragen (s. nebenstehende Abbildung, Fig. 2, und S. 68, Fig. 7) oder unmittelbar aus dem das Fruchtknotengehäuse bildenden Fruchtblättern entspringend (s. nebenstehende Abbildung, Fig. 1). Das Andröceum besteht aus einem bis vielen zwei- bis fünfgliederigen Wirteln; die Pollenblätter sind frei, gleich lang, weder unter sich noch mit der Krone verwachsen (s. Abbildung, S. 164). Die Frucht ist bei der Mehrzahl eine **vielsamige Kapsel** (s. nebenstehende Abbildung, Fig. 2), bei der Gattung Fumaria eine einsamige kleine **Steinfrucht** (s. Abbildung, S. 421, Fig. 1 und 2). Bei den Capparidaceen wird sie von einem langen Stiele getragen. Die Samen der Tamaricaceen sind ähnlich jenen der Weiden in einen Mantel von langen Haaren eingehüllt.





Parietales: 1. Bixa Orellana (Bixaceae), Längsschnitt durch eine dem Öffnen nahe Blütenknospe. — 2. Argemone Mexicana (Papaveraceae), Längsschnitt durch die Fruchtanlage. Vergrößert.

Die Droseraceen sind Sumpf- und Wasserpflanzen, und ihre Blätter sind zum Fangen von Insekten eingerichtet (s. Band I, S. 133—137, und S. 143), die anderen gedeihen vorwaltend auf felsigem oder sandigem Boden. Mehrere Frankeniaceen, Tamaricaceen und Capparidaceen sind Bewohner der Salzsteppen. Die Wandsamigen sind über die wärmeren und gemäßigten Teile der Alten und Neuen Welt verbreitet; die Cistaceen und Frankeniaceen sind bezeichnend für die Flora des Mittelmeergebietes. Von fossilen Resten ist bloß die Frucht eines Mohnes aus einer Ablagerung der tertiären Periode bekannt. Die Zahl der jetzt lebenden, bisher unterschiedenen Arten beträgt ungefähr 1200.

62. Stamm: Resedales, Resedalen.

Umfaßt die Familien Resedaceae und Asterocarpaceae.

Kräuter und Halbsträucher mit schraubig geordneten Laubblättern, ohne Nebenblätter. Die Blüten zygomorph, zwitterig oder scheinzwitterig, ähren- oder traubenförmig gruppiert. Die Blumenblätter sind in Kelch und Krone geschieden. Kelch und Krone fünf- bis achtgliederig. Der schuppenförmige Scheibenteil der Kronenblätter trägt eine in lineale fädige Zipfel gespaltene Platte. Die Fruchtanlage zwei- bis sechsgliederig, die Fruchtblätter bilden krugförmige, oben offene Fruchtknoten, das Narbengewebe wird durch die gewulsteten, die Öffnung des Fruchtknotens besäumenden Ränder der Fruchtblätter gebildet. Die Samenanlagen sitzen an der Innenfläche der Fruchtblätter, entweder nahe den Rändern derselben (s. Abbildung, S. 68, Fig. 3) oder entlang der Mittelrippe. Pollenblätter 3—40. Der Blütenboden ist zwischen den Pollenblättern und Blumenblättern in eine fleischige, einseitig vorgezogene Scheibe verbreitert. Die Frucht ist eine Kapsel. Die Samen enthalten kein besonderes Nährgewebe. Der Keimling ist gekrümmt. Bei den Resedaceen findet man einzelne, bei den Asterocarpaceen mehrere am Grunde miteinander verwachsene Fruchtknoten. Die Asterocarpaceen haben eine Sammelfrucht.

Die Resedalen gehören vorwaltend der nördlich gemäßigten Zone an und zeigen den größten Artenreichtum in der mittelländischen Flora. Fossile Reste sind nicht bekannt. Die Zahl der jetzt lebenden Arten beträgt ungefähr 30.

** Die Blumenblätter und Pollenblätter entspringen aus dem die Fruchtanlage umgebenden oder sich über dieselbe erhebenden becherförmigen Scheibenboden (Hypanthium), also oberhalb der Basis der Fruchtanlage: Anantheae.

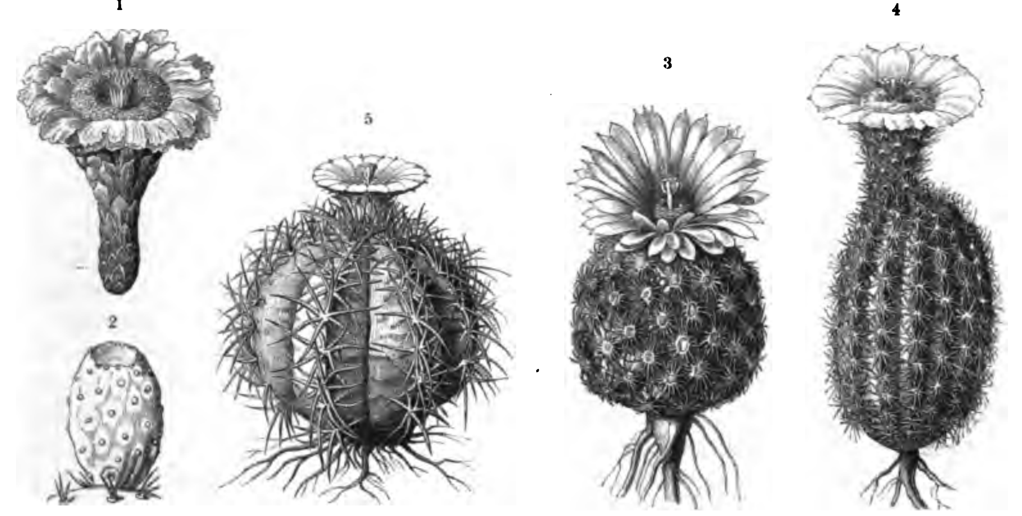
63. Stamm: Cacteae, Kakteen.

Umfaßt die Familien Opuntiaceae und Cactaceae.

Ausdauernde Gewächse, deren Sprosse als Nopale oder Phyllokladien ausgebildet sind. Die Blüten einzeln, aktinomorph oder zygomorph, zwitterig. Die Fruchtanlage besteht aus einem becherförmig ausgehöhlten Blütenboden, von dessen Innenwand unmittelbar die fadenförmigen Träger der Samenanlagen ausgehen (s. Abbildung, S. 71, Fig. 1 und 2). Nach oben zu wird der bauchig erweiterte untere Teil des Blütenbodens von Fruchtblättern abgeschlossen. Die Außenseite des Blütenbodens ist von schraubig geordneten Blumenblättern bekleidet, von welchen die unteren klein und unscheinbar, die oberen kronenförmig und lebhaft gefärbt sind (s. Abbildung, S. 689, Fig. 1—5). An der Innenseite des im oberen Teile röhrenförmig vorragenden Blütenbodens entspringen dicht gedrängt zahlreiche Pollenblätter in schraubiger Anordnung. Der Pollen ist haftend. Die Frucht ist einfächerig, beerenartig (s. Abbildung, S. 689, Fig. 5). Die Samen enthalten kein besonderes Speichergewebe.

Nur die Gattung Pereskia zeigt dicke, grüne Laubblätter; bei den anderen Gattungen erscheinen an Stelle der Blätter hinfällige kleine Schuppen oder Stacheln, und es wird die Assimilation durch das grüne Rindengewebe der in Form von Nopalen und Phyllokladien ausgebildeten Stämme ermöglicht (s. Band I, S. 302 und 415). Die Rhipsalis und Phyllocactus-Arten, welche als Überpflanzen auf der Borke alter Bäume leben, zeigen reichverzweigte und gegliederte, häufig bogenförmig überhängende Phyllokladien, die Stengelglieder der Opuntien sind von der Seite her zusammengedrückt und mehr oder weniger scheibenförmig gestaltet (s. Abbildung, Band I, Tafel „Opuntien auf dem Plateau

bei Anahuak [Mexico]" bei S. 415). Die nopalartigen Stämme der Königin der Nacht (Cereus nycticalus, s. Band I, Tafel bei S. 601, rechts) sind prismatisch und klettern mittels Haftwurzeln an Felsen und an der Borke von Bäumen. Andere Cereus-Arten, so namentlich der 20 m hohe Cereus giganteus, besitzen aufrechte, säulenförmige Stämme (s. Band I, Tafel bei S. 601, links). Wieder andere Cereus-Arten sowie die vielen Formen von Mamillaria, Melocactus, Echinocactus und Echinopsis sind kugelig oder kuchenförmig, oder sie haben die Gestalt kurzer Stümpfe und sind entweder mit getrennten Papillen besetzt, welche auf ihrem Scheitel einen Dornbüschel tragen (s. untenstehende Abbildung, Fig. 3), oder sie sind mit Warzen besetzt, welche zu Kämmen und Rippen verschmolzen sind (s. untenstehende Abbildung, Fig. 4 und 5). Die Nopale gehören der Neuen



Cacteae: 1. Blüte; — 2. Frucht des Cereus giganteus. — 3. Mamillaria pectinata. — 4. Cereus dasyacanthus. — 5. Echinocactus horizontalis. — Sämtliche Figuren verkleinert. Vgl Text, S. 688.

Welt an und bewohnen jene Landschaften, wo der kurzen Regenzeit eine lang andauernde Trockenperiode folgt. Den größten Reichtum an Arten weist Mexiko auf. Einige Arten finden sich noch in den Hochgebirgen der Anden. Fossile Reste sind nicht bekannt. Die Zahl der jetzt lebenden, bisher ermittelten Arten beträgt ungefähr 1300.

64. Stamm: Pepones, Kürbisartige.

Umfaßt die Familien Cucurbitaceae und Begoniaceae.

Einjährige oder ausdauernde Kräuter und Halbsträucher. Die Laubblätter von strahlläufigen Strängen durchzogen. Die vereinzelt stehenden oder in Cymen geordneten Blüten aktinomorph, scheinzwitterig, einhäusig und zweihäusig. Die Blumenblätter entspringen von dem als Hypanthium ausgebildeten obersten Teile des tief ausgehöhlten Blütenbodens und sind in 1—2 zwei- bis fünfgliederige Wirtel geordnet. Wenn zwei Wirtel vorhanden sind, erscheinen beide kronenartig gefärbt, oder der untere ist als Kelch und der obere als Krone ausgebildet. Die Kronenblätter sind entweder frei oder teilweise miteinander verwachsen. Die Fruchtanlage ist unterständig und wird von dem becherförmig ausgehöhlten, nach oben zu von Fruchtblättern abgeschlossenen Blütenboden gebildet. Die Samenanlagen werden von dicken, in zwei Leisten gespaltenen Wülsten getragen, die, von der Wand ausgehend, gegen die Mitte der Fruchtknotenhöhle vorspringen. Das Andröceum besteht aus

fünf oder vielen von dem Hypanthium entspringenden und an ihrer Ursprungsstelle mit der Blumenkrone verwachsenen Pollenblättern. Die Frucht ist beeren- oder kapselartig. Die Samen enthalten kein besonderes Speichergewebe.

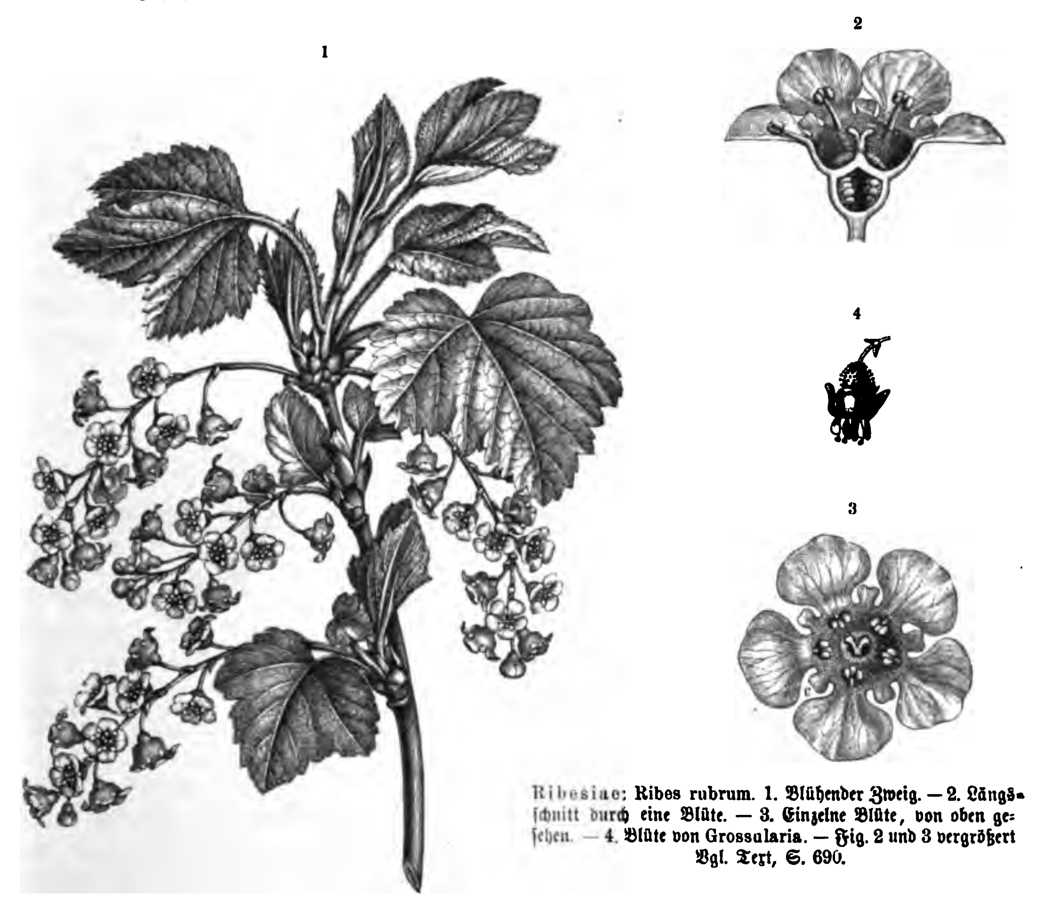
Die Cucurbitaceen haben symmetrische Laubblätter, keine Nebenblätter und häufig Ranken (s. Abbildung, Band I, S. 655), die Begoniaceen haben schiefe unsymmetrische Blattspreiten, große zerschlitzte Nebenblätter und niemals Ranken (s. Abbildung, Band I, S. 390). Die Wirtel der Blumenblätter sind bei den Cucurbitaceen fünfgliederig. Bei den Begoniaceen sind die Blumenblätter der Fruchtblüten in 2 drei- bis fünfgliederige, jene der Pollenblüten in 2 zwei- bis fünfgliederige Wirtel geordnet. Von dem unterständigen Fruchtknoten der Begoniaceen gehen drei flügelförmige Leisten aus. Die Träger der Samenanlagen füllen bei den Cucurbitaceen die Höhlung des Fruchtknotens so vollständig aus, daß zwischen ihnen nur schmale spaltförmige Zwischenräume übrigbleiben. Bei vielen Cucurbitaceen verwandeln sich diese Träger zur Zeit der Samenreife in eine saftreiche Masse (z. B. bei den Gurken, Melonen und Kürbissen). Auch bei den Begoniaceen sind sie von der Wand bis zur Mitte des Fruchtknotens vorgeschoben, und die Fruchtknotenhöhle erscheint dadurch in Fächer geteilt. Das Andröceum zeigt eine große Mannigfaltigkeit. Bei einigen Cucurbitaceen sind die fünf Pollenblätter frei, bei anderen sind sie teilweise verschmolzen und wieder bei anderen sämtlich miteinander zu einer Säule verwachsen. Auch bei den Begoniaceen sieht man die Pollenblätter zu einer Säule verwachsen. In vielen Fällen sind die Pollenbehälter ähnlich den Darmschlingen gewunden, und bei einer Gattung (Cyclanthera) erscheint nur ein einziger, von einer Säule getragener Pollenbehälter. Die Kürbisartigen sind vorwiegend Bewohner der Tropen. Die Begoniaceen finden sich insbesondere nicht selten als Überpflanzen in den amerikanischen Tropenwäldern. Über die ursprüngliche Heimat der Melonen, Kürbisse und Gurken herrschen noch manche Zweifel. Im südlichen Europa ist dieser Stamm durch die Spritzgurke (Elaterium), im mittleren und nördlichen Europa durch die Zaunrübe (Bryonia) vertreten. Fossile Reste sind nicht bekannt. Die Zahl der jetzt lebenden, bisher ermittelten Arten beträgt ungefähr 1100.

65. Stamm: **Ribesiae, Ribesien.**

Umfaßt die Gattungen: Grossularia, Ribes, Botryocarpium, Robsonia.

Sträucher mit schraubig angeordneten Laubblättern. Die Spreite der Laubblätter ist handförmig gelappt und von strahlläufigen Strängen durchzogen (s. Abbildung, S. 691, Fig. 1). Die Blüten sind einzeln stehend oder traubenförmig gruppiert, aktinomorph, zwitterig, scheinzwitterig und zweihäusig. Die Blumenblätter sind in Kelch und Krone geschieden. Beide bestehen aus je einem vier- bis fünfgliederigen Wirtel und entspringen am Rande des beckenförmigen oder röhrenförmigen Hypanthiums (s. Abbildung, S. 691, Fig. 2—4). Die Fruchtanlage ist unterständig, einfächerig und wird von dem becherförmig ausgehöhlten, nach oben zu von zwei Fruchtblättern abgeschlossenen Blütenboden gebildet. Die Samenpolster entspringen in Reihen geordnet an der Innenwand des Blütenbodens (s. Abbildung, S. 691, Fig. 2). Der Blütenboden der scheinzwitterigen Pollenblüten (z. B. bei **Ribes alpinum**) ist nicht ausgehöhlt und enthält auch keine Samenanlagen. Die in einen vier- bis fünfgliederigen Wirtel geordneten Pollenblätter entspringen am Rande des becken- oder röhrenförmigen Hypanthiums. Der Pollen ist haftend. Die Frucht ist eine Beere. Die Samen besitzen eine fleischige oder gallertige Samenschale und enthalten ein fleischiges besonderes Speichergewebe, in dessen Grunde der Keimling eingebettet ist. Der Kelch ist gewöhnlich blumenblattartig gefärbt, die Kronenblätter dagegen sind klein und unscheinbar. — Die Ribesien bewohnen die gemäßigte Zone der nördlichen

Erdhälfte und die Anden Südamerikas. Fossile Reste finden sich in den Ablagerungen der tertiären und diluvialen Periode. Die Zahl der jetzt lebenden, bisher ermittelten Arten beträgt ungefähr 80.



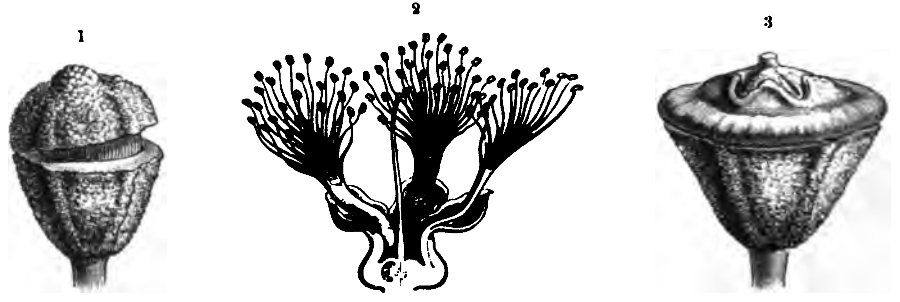
Ribesiae: Ribes rubrum. 1. Blühender Zweig. — 2. Längsschnitt durch eine Blüte. — 3. Einzelne Blüte, von oben gesehen. — 4. Blüte von Grossularia. — Fig. 2 und 3 vergrößert Vgl. Text, S. 690.

66. Stamm: Myrtiflorae, Myrtifloren.

Umfaßt die Familien: Chamaelauciaceae, Lecythidaceae, Leptospermaceae, Myrtaceae, Granataceae, Fuchsiaceae, Montiniaceae, Jussieuaceae, Epilobiaceae, Circaeaceae.

Einjährige und ausdauernde Kräuter, Sträucher und Bäume mit ungeteilten Laubblättern. Die Spreite der Laubblätter ist von einem Hauptstrange und fieberförmig angeordneten, schlingenläufigen Seitensträngen durchzogen. Die Blüten sind zwitterig, aktinomorph oder zygomorph. Die Blumenblätter entspringen von einem dem unterständigen Fruchtknoten aufgesetzten ringförmigen oder röhrenförmigen Hypanthium und sind in Kelch und Krone geschieden. Sowohl der Kelch wie die Krone bestehen aus je einem zwei- bis sechsgliederigen Wirtel. Der Fruchtknoten wird aus dem becherförmigen, ausgehöhlten, nach oben zu von Fruchtblättern abgeschlossenen Blütenboden gebildet. Die Samenpolster entspringen im Grunde des Bechers im Umkreise einer Mittelsäule (s. Abbildung, S. 71, Fig. 8 und 9). Die in 1, 2 oder mehr zwei- bis sechsgliederige Wirtel angeordneten Pollenblätter entspringen von dem fleischigen, ring- oder röhrenförmigen Hypanthium, welches sich über den Fruchtknoten erhebt. Die Frucht ist beeren-, pflaumen- oder kapselartig.

Die Granataceen, Fuchsiaceen, Montiniaceen, Jussieuaceen, Epilobiaceen und Circäaceen enthalten wässerige Säfte, die zu den anderen Familien gehörenden Arten sind mehr oder weniger reich an aromatischen Stoffen und ätherischen Ölen. Mehrere werden als Gewürze benutzt. Der „Nelkenpfeffer" stammt von Pimenta officinalis, und die „Gewürznelken" sind die Blütenknospen von Eugenia caryophyllata.. Während die Circäaceen kleine zarte Kräuter und die Chamälauciaceen niedere Sträucher von heidekrautartigem Ansehen sind, zählen mehrere Arten der zu den Leptospermaceen gehörenden Gattung Eucalyptus zu den höchsten Bäumen der Welt (s. Band I, S. 681). Bei den Circäaceen folgen in der Blüte zwei Kelchblätter, zwei Kronenblätter und zwei Pollenblätter aufeinander (s. Abbildung, S. 234, Fig. 8). Bei Oenothera und Epilobium wird der Kelch und die Krone aus je einem und das Andröceum aus 2 viergliederigen Wirteln gebildet (s. Abbildung, S. 282 und S. 350). Bei Eucalyptus, Myrtus und vielen anderen Gattungen beträgt die Zahl der Staubfäden über 100, bei Melaleuca (s. Abbildung, S. 291, Fig. 4) sind die Staubfäden in Bündel verwachsen. Wenn die Kronenblätter unterdrückt sind, erscheinen



Myrtiflorae: 1. Melaleuca; Längsschnitt durch die Blüte. — 2. Blütenknospe von Eucalyptus globulus; die verwachsenen Kelchblätter lösen sich im Beginne des Blühens als Deckel von dem Blütenboden ab. — 3. Frucht des Eucalyptus globulus. (Nach Baillon.)

die fadenförmigen Träger der Antheren weiß oder lebhaft rot und gelb gefärbt. Bei den Fuchsiaceen sind die Kelchblätter kronenartig gefärbt, bei einigen Arten der Gattung Eucalyptus lösen sich vor dem Aufblühen die zu einem Deckel verwachsenen Kelchblätter von dem Blütenboden ab. Diese merkwürdige Ablösung wird durch die Fig. 1 der obenstehenden Abbildung (welche auf S. 425 mit der Frucht eines Eucalyptus zusammen als Kapsel bezeichnet erscheint) zur Anschauung gebracht. Das dem Fruchtknoten aufgesetzte Hypanthium zeigt alle möglichen Abstufungen von der Gestalt einer flachen Schale bis zu jener einer langen Röhre (s. Abbildung von Oenothera, S. 248). Die Fruchtanlage ist bei mehreren Familien von Scheidewänden durchzogen, deren Gewebe dem Blütenboden angehört, und welche von der Mittelsäule bis zur Wand der Fruchtknotenhöhle reichen. Bei den Granataceen (Punica Granatum) ist der Fruchtknoten überdies durch Gewebeplatten in ein unteres und oberes Stockwerk geteilt, und es sind sowohl in den Fächern des unteren wie des oberen Stockwerkes Samenpolster ausgebildet. Die Früchte mehrerer Lecythidaceen, namentlich jene von Lecythis, öffnen sich mit einem Deckel, jene von Eucalyptus stellen holzige feste Kapseln dar, welche im Mittelfelde des Scheitels mit Klappen, Löchern und Spalten aufspringen (s. obenstehende Abbildung, Fig. 3). Die Früchte der Circäaceen bleiben geschlossen und haben ein pflaumenartiges Ansehen, jene der Epilobiaceen sind schotenähnlich und öffnen sich mit Klappen. Die Myrtaceen und Fuchsiaceen haben eine beerenartige Frucht. Die Frucht des Granatapfels (Punica Granatum) erinnert, wie schon der Name andeutet, an einen Apfel. Die Samen der zu den Lecythidaceen gehörigen Bertholletia excelsa, welche als „Paranüsse" bekannt sind, haben eine steinharte, die Samen

des Granatapfels eine fleischige Samenschale, und jene der Epilobiaceen sind mit Haaren besetzt. Die Myrtifloren sind über alle Weltteile verbreitet. Die Chamälauciaceen und Leptospermaceen gehören Australien und dem Inselgebiete des Stillen Ozeans an. Mehrere Arten dieser Familien sind Bestandteile der Gebüschdickichte Neuhollands, andere, zumal die Arten der Gattung Eucalyptus, bilden dort Wälder (s. die Tafel bei S. 655). Die Lecythidaceen bewohnen vorwiegend Südamerika. Die Myrtaceen finden sich in Asien und Afrika und am reichsten in Amerika verbreitet. Europa beherbergt davon nur Myrtus communis im mittelländischen Florengebiete. Die Fuchsiaceen sind in Zentral- und Südamerika einheimisch, die Epilobiaceen und Circäaceen sind vorwiegend in der nördlichen gemäßigten Zone zu Hause, und einige Arten der Gattung Epilobium finden sich noch in der arktischen und in der Hochgebirgsflora. Fossile Reste von Myrtaceen und Granataceen sind in den Schichten der tertiären Periode gefunden worden. Die Zahl der jetzt lebenden, bisher bekannt gewordenen Arten beträgt ungefähr 2500.

67. Stamm: Spiranthae, Schraubenblütige.

Umfaßt die Familien Calycanthaceae und Monimiaceae.

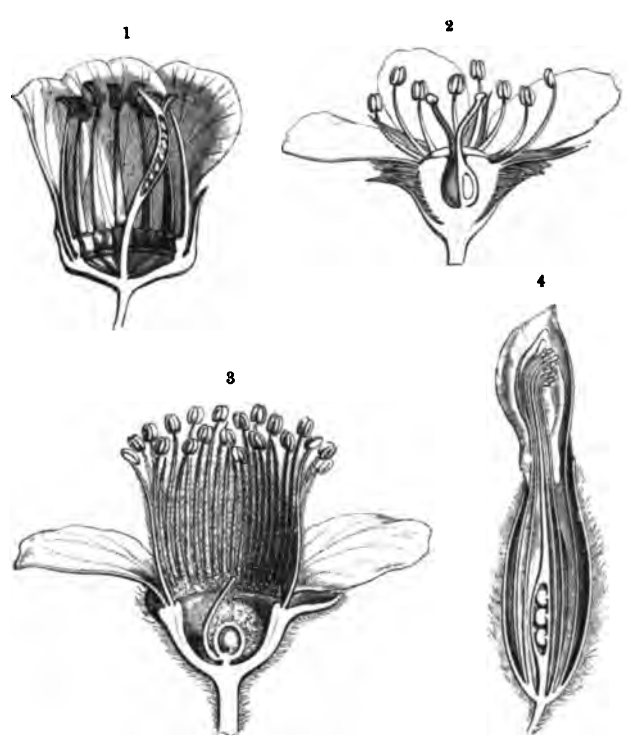
Bäume und Sträucher mit aromatischen Zweigen und Blättern. Die Spreiten der Laubblätter ungeteilt, von fiederläufigen Strängen durchzogen. Die Blüten einzeln oder in Cymen zusammengestellt, aktinomorph und zygomorph, zwitterig, scheinzwitterig, einhäusig und zweihäusig. Die Blumenblätter sind schraubig angeordnet und bekleiden die Außenseite des krug-, napf- oder tellerförmigen Hypanthiums (s. Abbildung, S. 292, Fig. 3, und S. 428, Fig. 1). Am Rande des Hypanthiums sind die Blumenblätter gehäuft und bilden dort bisweilen Scheinwirtel. Die Fruchtanlage wird aus drei bis sehr vielen getrennten eingliederigen Stempeln gebildet, welche an der ausgehöhlten Seite des Hypanthiums entspringen, daselbst schraubig geordnet und über die ganze Aushöhlung verteilt oder im Grunde des Hypanthiums zusammengedrängt sind. Auch die Pollenblätter, 10 bis über 100 an der Zahl, entspringen an der Innenwand des Hypanthiums und zeigen eine schraubige Anordnung. Die Frucht ist eine Nuß oder Steinfrucht. Infolge der Beteiligung des Blütenbodens entstehen häufig auch Sammelfrüchte (s. Abbildung, S. 428, Fig. 1 und 2).

Die Blumenblätter gehen bei den Calycanthaceen ähnlich wie bei den Kakteen ohne scharfe Grenze in Deckblätter über. Jene, welche am Rande des becherförmigen Hypanthiums stehen, sind gewöhnlich kronenartig gefärbt. Bei mehreren Monimiaceen sind die Stempel in das fleischige Gewebe des Blütenbodens eingesenkt, und solche Blüten haben einige Ähnlichkeit mit den Blütenständen von Ficus, Artocarpus, Dorstenia und anderen zu den Grünblumigen gehörenden Pflanzenformen. Doch sind es bei den Schraubenblütigen nur die Fruchtknoten, welche in die Aushöhlungen des Blütenbodens eingebettet sind, während bei den Grünblumigen ganze Blüten von der fleischigen Masse des Blütenlagers umwallt werden. Die Antheren der zu den Monimiaceen gehörigen Doryphora springen mit Klappen auf und zeigen ein fadenförmig verlängertes Konnektiv (s. Abbildung, S. 85, Fig. 31). Bei den Calycanthaceen birgt die Fruchtknotenhöhle zwei, bei den Monimiaceen nur eine Samenanlage. Die Keimblätter der Calycanthaceen sind zusammengerollt, jene der Monimiaceen flach. Die Calycanthaceen sind auf Japan und Nordamerika beschränkt, die Monimiaceen gehören den tropischen und subtropischen Gebieten Afrikas, Asiens, Australiens und Amerikas an und sind südlich vom Äquator am reichsten vertreten. Die Angaben über das Vorkommen fossiler Reste in verschiedenen tertiären Ablagerungen sind zweifelhaft. Die Zahl der jetzt lebenden, bisher ermittelten Arten beträgt ungefähr 150.

68. Stamm: Crateranthae, Beckenblütige.

Umfaßt die Familien: Papilionaceae, Caesalpinaceae, Mimosaceae, Amygdalaceae, Agrimoniaceae, Pomaceae, Rosaceae, Dryadaceae, Rubaceae, Chrysobalanaceae, Spiraeaceae, Saxifragaceae, Escalloniaceae, Cephalotaceae, Francoaceae, Crassulaceae, Hydrangeaceae, Philadelphaceae, Styracaceae, Hamamelidaceae, Rhamnaceae.

Einjährige oder ausdauernde reichblütige Kräuter, Sträucher und Bäume. Die Blüten sind aktinomorph und zygomorph, zwitterig, scheinzwitterig, einhäusig und zweihäusig. Die Blumenblätter sind in 2 vier- bis fünfgliederige Wirtel geordnet. Der untere Wirtel ist als Kelch, der obere als Krone ausgebildet. Beide Wirtel entspringen von dem krugförmigen, napfförmigen oder flach ausgebreiteten Hypanthium, und zwar die Kronenblätter stets vom Rande, die Kelchblätter teilweise auch am Grunde des Hypanthiums. Im letzteren Falle ist die Röhre des Kelches mit der Außenseite des Hypanthiums verwachsen. Die Fruchtanlage befindet sich inmitten des Hypanthiums. Sie wird entweder aus einem einzigen Fruchtblatte gebildet, welches einen einfächerigen Stempel darstellt (s. nebenstehende Abbildung, Fig. 1, 3 und 4), oder es sind mehrere getrennte einfächerige Stempel vorhanden (s. nebenstehende Abbildung, Fig. 2, und S. 70, Fig. 2), oder aber es sind zwei bis viele Fruchtblätter zu einem gefächerten Fruchtknoten verbunden, welcher am Grunde oder bis zur Mittelhöhe oder selbst bis zu seinem Scheitel mit dem umschließenden Hypanthium verwachsen ist (s. Abbildung, S. 70, Fig. 4—6). Die Samenanlagen befinden sich an der Bauchnaht, beziehentlich im inneren Winkel der Fruchtknotenfächer. Die Pollenblätter entspringen vom Rande des Hypanthiums (s. obenstehende Abbildung). Sie bilden 1—2 oder mehr drei- bis fünfgliederige Wirtel. Die Frucht ist sehr mannigfaltig (Hülse, Balgfrucht, Steinfrucht, Nuß, Beere 2c.), und diese Mannigfaltigkeit gibt vorzügliche Anhaltspunkte zur Abgrenzung der zahlreichen diesem Stamme angehörenden Familien. Auch die Gestalt des Hypanthiums ist sehr verschieden, und es lassen sich bei Berücksichtigung dieser Verschiedenheiten die oben aufgezählten Familien in mehrere Gruppen zusammenstellen. Zunächst eine Gruppe, bei welcher das Hypanthium im Vergleiche zu den Blumenblättern kurz ist, welche einen einzigen Stempel als Fruchtanlage besitzen, und bei welcher das Hypanthium zur Zeit der Fruchtreife vertrocknet oder sich ablöst (Papilionaceen, Cäsalpinaceen, Mimosaceen, Amygdalaceen, Rhamnaceen); eine Gruppe, bei welcher das



Crateranthae: Längsschnitte durch die Blüten von: 1. Cadia varia (Familie Caesalpinaceae). — 2. Agrimonia Eupatorium (Familie Agrimoniaceae). — 3. Chrysobalanus (Familie Chrysobalanaceae). — 4. Anthyllis Vulneraria (Familie Papilionaceae). (Nach Baillon.) Vgl. Text, S. 695.

Hypanthium flach ausgebreitet ist, die Blumen- und Pollenblätter am Rande trägt, sich bei der Fruchtreife nicht ablöst und in der Blütenmitte mehrere schraubig geordnete, getrennte, einfächerige Stempel trägt (Dryadaceen; s. Abbildung, S. 170, Fig. 1); eine Gruppe, bei der das Hypanthium bei der Fruchtreife weiter wächst und zu einer Hülle für die Nußfrüchte wird, welche sich aus den getrennten Stempeln im Inneren der krugförmigen Aushöhlung des Hypanthiums entwickelt haben (Agrimoniaceen, Rosaceen; s. Abbildung, S. 694, Fig. 2, und S. 70, Fig. 1 und 2); eine Gruppe, bei welcher der mehrfächerige Stempel mit dem ihn vollständig umgebenden Hypanthium verwachsen ist, und wo das Hypanthium zu einer fleischigen Fruchtdecke wird (Pomaceen; s. Abbildung, S. 70, Fig. 4—6); eine Gruppe, bei welcher die zweigliederige Fruchtanlage nur bis zur Mittelhöhe der Fruchtblätter mit dem Hypanthium verwachsen ist, so daß die obere Hälfte der Fruchtanlage über das von der Kelchröhre überzogene Hypanthium herausragt (ein Teil der Saxifragaceen); endlich eine Gruppe, bei welcher das kurze Hypanthium nur mit dem Grunde der mehrgliederigen aktinomorphen Fruchtanlage verwachsen ist (Crassulaceen, Styracaceen ꝛc.). Diese Gruppen sind keineswegs scharf geschieden, und die Bindeglieder werden wieder als besondere Familien beschrieben. Bemerkenswert ist noch, daß sich in den Blüten Honig absondernde Gewebe der verschiedensten Form und an den verschiedensten Stellen ausgebildet zeigen, bald als ein fleischiger Überzug der inneren, beziehentlich der oberen Seite des Hypanthiums (mehrere Dryadaceen), bald als ein den Grund des Stempels umgebender Wulst (mehrere Saxifragaceen), bald in Gestalt einer ringförmigen Leiste oder in Form getrennter warzenförmiger Drüsen, welche dem Rande des sehr kurzen Hypanthiums aufsitzen und als metamorphosierte Pollenblätter gedeutet werden (Crassulaceen).

Unter den Cäsalpinaceen, Pomaceen und Hamamelidaceen finden sich viele Arten mit baumförmigem Wuchs, und unter den Mimosaceen, Amygdalaceen, Rosaceen, Spiräaceen, Rhamnaceen und Hydrangeaceen auffallend viele Sträucher und Halbsträucher. Die meisten Kräuter trifft man unter den Papilionaceen, Dryadaceen, Agrimoniaceen und Saxifragaceen. Zu den Cäsalpinaceen zählen mehrere kletternde Lianen (s. Band I, S. 693), zu den Papilionaceen zahlreiche Rutensträucher (s. Band I, S. 305), zu den Mimosaceen viele Sträucher mit Phyllokladien. Unter den Saxifragaceen und Crassulaceen trifft man zahlreiche Arten mit Dickblättern (s. Band I, S. 301). Cephalotus zählt zu den tierfangenden Arten (s. Band I, S. 122). Durch zusammengesetzte, gefiederte und gefingerte Laubblätter sind insbesondere die Rubaceen, Dryadaceen, Rosaceen, Papilionaceen, Cäsalpinaceen und Mimosaceen (s. Band I, S. 502), durch ungeteiltes Laub die Amygdalaceen, Styracaceen, Crassulaceen, Philadelphaceen und Rhamnaceen ausgezeichnet. Die Blüten der Papilionaceen und Cäsalpinaceen sowie jene einiger Saxifragaceen und Chrysobalanaceen sind zygomorph, jene der anderen Familien aktinomorph. Bei einigen Mimosaceen, Crassulaceen und Styracaceen sind die Kronenblätter am Grunde miteinander verwachsen. Unscheinbare, grünliche kleine Kronenblätter zeigen einige Agrimoniaceen, Dryadaceen, Saxifragaceen, Crassulaceen und sehr viele Hamamelidaceen und Rhamnaceen; die meisten dem Stamme der Beckenblütigen angehörenden Arten weisen aber lebhaft gefärbte Kronenblätter auf. Stäubender Pollen wird nur bei sehr wenigen Arten (z. B. Poterium) beobachtet. Bei einigen Dryadaceen und Chrysobalanaceen entspringt der Griffel seltsamer Weise an der Basis des Fruchtknotens (s. Abbildung, S. 694, Fig. 3). Die Frucht der Papilionaceen, Cäsalpinaceen und Mimosaceen ist eine Hülse (legumen), und es werden diese drei Familien von den Botanikern häufig auch unter dem Namen Leguminosen zusammengefaßt. Die Amygdalaceen, Chrysobalanaceen und Rubaceen haben eine einkernige, die Rhamnaceen eine dreikernige Steinfrucht. Bei den Rosaceen, Agrimoniaceen und Pomaceen kommen sehr mannigfache Scheinfrüchte zur Ausbildung (s. S. 429). Die Agrimoniaceen

und Dryadaceen sind durch kleine nußartige Früchte ausgezeichnet, und die Spiräaceen, Saxifragaceen und Crassulaceen zeigen Balgfrüchte, welche am oberen Teile der Bauchnaht aufspringen. Die Samen der meisten oben aufgezählten Familien enthalten kein besonderes Speichergewebe; dagegen sind die dicken Keimblätter vollgepfropft mit Reservestoffen, und mehrere dieser Samen bilden auch wichtige Nahrungsmittel für den Menschen (z. B. die Hülsenfrüchte: Bohnen, Erbsen, Fisolen, Linsen 2c.).

Die Beckenblütigen sind über alle Weltteile und alle Zonen verbreitet. Vorwiegend den Tropen gehören die Cäsalpinaceen und Chrysobalanaceen, vorwiegend dem arktischen Gebiete und den Hochgebirgen die Dryadaceen und Saxifragaceen an. Die Papilionaceen werden in auffallend großer Zahl in der mittelländischen Flora und in den Steppengebieten des südwestlichen Asien angetroffen. Von der Gattung **Astragalus** allein kennt man aus den zuletzt genannten Gebieten mehr als 800 Arten. Die Mimosaceen, zumal die Arten der Gattung **Acacia**, sind in Australien und Afrika durch viele eigentümliche Formen vertreten. Die Rosaceen und Rubaceen, namentlich die Gattungen **Rosa** und **Rubus**, sind im mittleren Europa und die Spiräaceen und Amygdalaceen in Westasien in einer erstaunlichen Mannigfaltigkeit von Arten zu Hause. An Crassulaceen besonders reich ist das Kapland und Mexiko, aber auch die Gebirgsländer des südlichen Europa beherbergen aus dieser Familie, namentlich aus der Gattung **Sempervivum**, sehr viele Arten. Die Crassulacee **Rhodiola rosea** wird noch in der arktischen Flora und **Sedum repens** noch in den Schneegruben der Alpen in der Seehöhe von 3000 m angetroffen. Von den Saxifragaceen geht **Saxifraga oppositifolia** am weitesten nach Norden. Sie wurde noch an den nördlichsten bisher erreichten Punkten des Franz-Joseph-Landes unter dem 81° nördl. Br. angetroffen. In den Zentralalpen kommt diese **Saxifraga** noch in der Seehöhe von 3160 m vor. Fossile Reste von Rosaceen, Cäsalpinaceen, Papilionaceen und Rhamnaceen kennt man aus den Ablagerungen der tertiären Periode. Die Zahl der jetzt lebenden, bisher ermittelten Arten beträgt ungefähr 10,000.

69. Stamm: Pachyphyllae, Dickblätterige.

Umfaßt die Familien: Portulacaceae, Molluginaceae, Ficoidaceae, Mesembrianthemaceae.

Einjährige und ausdauernde Kräuter und Halbsträucher mit ungeteilten, fleischigen Laubblättern. Die Blüten vereinzelt oder in Büscheln und Knäueln gruppiert, aktinomorph, zwitterig. Die Blumenblätter sind frei oder am Grunde miteinander verwachsen, in 1, 2 oder mehrere zwei- bis fünfgliederige Wirtel geordnet. Diese sind entweder sämtlich kelchartig, oder es ist nur der unterste Wirtel kelchartig, und der obere, beziehentlich die oberen sind kronenartig. Die Fruchtanlage wird aus 3, 5, 8 oder noch mehr zu einem Stempel verwachsenen Fruchtblättern gebildet. Der Fruchtknoten ist mit dem napfförmigen Blütenboden an der Basis oder bis zur Mittelhöhe oder bis zum Scheitel verwachsen, von einer drei- bis zehnstrahligen Narbe gekrönt, ein- oder mehrfächerig. In der Höhlung desselben erhebt sich eine Mittelsäule, welche die Trägerin der Samenanlagen ist. In den mehrfächerigen Fruchtknoten gehen von dieser Mittelsäule Leisten und Stränge aus, welche die Samenanlagen tragen und in die Fruchtknotenfächer eingeschoben sind. Das Andröceum ist aus einem oder mehreren drei- bis zehngliederigen Wirteln gebildet. Die Antheren zeigen kein spornförmiges Anhängsel und öffnen sich mit Längsspalten. Der Pollen ist haftend. Die Frucht ist eine Kapsel oder Schließfrucht. Die Samen enthalten ein mehliges Speichergewebe und einen gekrümmten Keimling.

Die Dickblätterigen sind vorwiegend Bewohner trockener Orte. Nur wenige Arten (z. B. **Montia fontana**) leben im Quellwasser und an sumpfigen Plätzen. Sie sind über alle Weltteile verbreitet. Die meisten Portulacaceen beherbergt Südamerika und das

Kapland. Die Mesembrianthemaceen sind im südlichen Afrika in einer außerordentlichen Mannigfaltigkeit entwickelt. Das Kapland zählt von der Gattung Mesembrianthemum allein über 300 Arten (vgl. Tafel „Immortellen und Kristallkräuter der Kapflora" bei S. 185). Fossile Reste sind nicht bekannt. Die Zahl der jetzt lebenden, bisher ermittelten Arten beträgt ungefähr 500.

70. Stamm: Melastomeae, Melastomeen.

Umfaßt die Familien Melastomaceae und Charianthaceae.

Ausdauernde Kräuter, Sträucher und Bäume mit gegenständigen oder wirtelständigen Laubblättern, deren ungeteilte Spreite von 3—11 bogenläufigen, durch spangen-



Melastomeae: Melastoma Malabathricum. (Nach Baillon.)

förmige Anastomosen verbundenen Strängen durchzogen ist (s. obenstehende Abbildung). Die Blüten zwitterig oder scheinzwitterig, schwach zygomorph. Die Blumenblätter in Kelch und Krone geschieden. Der napf- oder röhrenförmige, an der Außenseite von der Röhre des vier- bis sechsgliederigen Kelches überzogene Blütenboden wird von den Zipfeln des Kelches überragt und trägt die mit den Kelchzipfeln abwechselnden 4—6 Kronenblätter. Die Fruchtanlage wird aus 3—8 zu einem Stempel verwachsenen Fruchtblättern gebildet. Der drei- bis achtfächerige Fruchtknoten ist mit dem napf- oder röhrenförmigen Blütenboden an der Basis oder bis zur Mittelhöhe oder bis zum Scheitel verwachsen. In der Mitte desselben erhebt sich eine Achse, und diese ist die Trägerin von Samenpolstern (oberen Fruchtblättern), welche in die einzelnen Fruchtknotenfächer eingeschoben sind. Das Andröceum ist aus 1—2 vier- bis fünfgliederigen Wirteln gebildet. Die Antheren zeigen am Grunde ein spornförmiges Anhängsel und öffnen sich an der Spitze mit 1 oder 2 kleinen Löchern (s. Abbildung, S. 89,

Fig. 13). Der Pollen ist stäubend. Die Frucht ist eine Beere oder klappig aufspringende Kapsel. Die Samen enthalten kein besonderes Nährgewebe.

Die Melastomeen gehören vorwaltend dem tropischen Amerika an. Fossile Reste sind mit Sicherheit nicht bekannt. Die Zahl der jetzt lebenden, bisher ermittelten Arten beträgt ungefähr 2500.

71. Stamm: Salicariae, Weideriche.

Umfaßt die Familien: Lythraceae, Cupheaceae, Lagerströmiaceae.

Einjährige oder ausdauernde Kräuter, Sträucher und Bäume mit gegenständigen oder wirtelständigen Laubblättern, deren ungeteilte Spreite von fiederläufigen Strängen durchzogen ist. Die Blüten zwitterig, aktinomorph oder zygomorph, in Kelch und Krone geschieden. Der becherförmige oder röhrenförmige, an der Außenseite von der Röhre des drei- bis sechzehngliederigen Kelches überzogene Blütenboden wird von den Zipfeln des Kelches überragt und trägt die mit den Kelchzipfeln abwechselnden 3—16 Kronenblätter. Die Fruchtanlage wird aus 2—6 zu einem Stempel verwachsenen Fruchtblättern gebildet. Der zwei- bis sechsfächerige Fruchtknoten steht frei im Grunde des becherförmigen oder röhrenförmigen Blütenbodens. In der Mitte desselben erhebt sich eine Achse, und diese ist die Trägerin von Samenpolstern, welche in die einzelnen Fruchtknotenfächer eingeschoben sind. Das Andröceum ist aus 1—2 drei- bis sechzehngliederigen Wirteln gebildet. Die Antheren sind ohne Anhängsel und öffnen sich mit Längsspalten. Der Pollen ist haftend. Die Frucht ist eine von dem becherförmigen Blütenboden bedeckte Kapsel. Die Samen enthalten kein besonderes Nährgewebe.

Die Weideriche sind über alle Weltteile verbreitet. Die größte Mannigfaltigkeit zeigen sie in den Tropen Amerikas. In der nördlich gemäßigten Zone sind sie durch die Gattungen Lythrum, Peplis und Didiplis vertreten. Fossile Reste sind nicht bekannt. Die Zahl der jetzt lebenden, bisher bekannt gewordenen Arten beträgt ungefähr 400.

72. Stamm: Hygrobiae, Wassernüsse.

Umfaßt die Familien: Hippuridaceae, Callitrichaceae, Myriophyllaceae, Gunneraceae, Hydrocaryaceae.

Kräuter und Halbsträucher, welche im Wasser oder an feuchten Orten leben. Die Blüten zwitterig, scheinzwitterig, einhäusig und zweihäusig, aktinomorph. Die Blumenblätter unscheinbar, in 1—2 zwei- bis viergliederige Wirtel geordnet. Fruchtanlage aus einem einzigen oder aus 2—4 miteinander verwachsenen Fruchtblättern gebildet. Der Fruchtknoten zur unteren Hälfte oder ganz von den zu einem Becher verwachsenen Kelchblättern überzogen, ein- bis vierfächerig. Jedes Fach birgt im inneren Winkel eine Samenanlage. Das Andröceum aus 1—8 Pollenblättern gebildet. Die Frucht ist eine Spaltfrucht (Callitriche; s. Abbildung, S. 421, Fig. 3 und 4) oder eine mit dünnem Fruchtfleische überzogene Steinfrucht und löst sich vom Blütenboden ab. Bei der Wassernuß (Trapa natans; s. Abbildung, Band I, S. 576) sind die mit dem Fruchtknoten verwachsenen 2 zweigliederigen Wirtel der Kelchblätter zu einem Teile der Frucht geworden, und ihre Enden stehen als vier starre Spitzen ab. Der Keimling entwickelt sich aus der abgefallenen Frucht. Die Blüten der Callitrichaceen sind von zwei gegenständigen Deckblättern gestützt; die Blumenblätter derselben sind fast ganz unterdrückt. Die Wassernüsse sind über alle Weltteile verbreitet, gehören aber vorwaltend der nördlich gemäßigten Zone an. Die Gunneraceen sind Bewohner der südlichen Halbkugel. Fossile Reste einer dem Myriophyllum ähnlichen Pflanze wurden in Schichten der tertiären Periode gefunden. Die Zahl der jetzt lebenden, bisher bekannt gewordenen Arten beträgt ungefähr 100

73. Stamm: Passiflorinae, Passionsblumige.

Umfaßt die Familien: Passifloraceae, Loasaceae, Datiscaceae, Samydaceae, Turneraceae, Papayaceae.

Einjährige oder ausdauernde Kräuter, Sträucher und Bäume mit handförmig gelappten Laubblättern. Die Spreite der Laubblätter ist von strahlläufigen Strängen durchzogen. Die Blüten sind zwitterig oder scheinzwitterig und zweihäusig, aktinomorph. Die von dem becherförmigen Hypanthium entspringenden Blumenblätter sind in 1—2 vier- bis fünfgliederige Wirtel geordnet. Die Fruchtanlage wird aus drei zu einem Stempel verwachsenen Fruchtblättern gebildet. Der einfächerige Fruchtknoten ist frei und erhebt sich auf einem mehr oder weniger verlängerten Stiele aus dem Grunde des Blütenbodens oder er ist ungestielt und mit dem becherförmigen Blütenboden bis zur Mittelhöhe oder bis zum Scheitel verwachsen. Die Samenanlagen werden von drei der Innenwand des Fruchtknotens aufsitzenden und als dicke Wülste vorspringenden Samenpolstern getragen. Das Andröceum ist vier- bis fünfgliederig; die Pollenblätter entspringen von dem Rande des becherförmigen Hypanthiums. Die Frucht ist eine Beere oder eine mit Klappen aufspringende Kapsel. Die Samen enthalten ein fleischiges, besonderes Speichergewebe, in welches der gerade Keimling eingebettet ist.

Die Datiscaceen besitzen ein kelchartiges Perigon, bei den Loasaceen und Passifloraceen sind die Blumenblätter in zwei Wirtel geschieden, welche beide kronenartig gefärbt sind. Bei den Passifloraceen ist zwischen das Andröceum und den inneren Wirtel der Blumenblätter eine vielspaltige sogenannte „Nebenkrone“ eingeschaltet. Die Glieder des Andröceums sind bei den Loasaceen häufig in viele Fäden gespalten; jene der Passifloraceen sind an der Basis zu einer Scheide verwachsen, welche den Träger des Fruchtknotens umgibt und mit ihm verwachsen ist. Die Passionsblumigen gehören vorwiegend dem tropischen Amerika an. Fossile Reste sind mit Sicherheit nicht nachgewiesen. Die Zahl der jetzt lebenden, bisher bekannt gewordenen Arten beträgt ungefähr 700.

74. Stamm: Nympheae, Seerosen.

Umfaßt die Familien: Euryalaceae, Nymphaeaceae, Nupharaceae, Barclayaceae.

Sumpf- und Wasserpflanzen mit unterirdischem Wurzelstocke und langgestielten, ungeteilten Laubblättern. Die Blüten einzeln, zwitterig, aktinomorph. Der Kelch aus 4—12 Blättern gebildet; diese schraubig oder in Wirteln geordnet. Die Kronenblätter in großer Zahl ausgebildet, schraubig gestellt und ohne scharfe Grenze in die Pollenblätter übergehend. Die Blumenblätter sind mit ihrem Grunde der Fruchtanlage angewachsen und bilden eine reichblätterige Hülle derselben. Entsprechend dem Grade dieser Verwachsung erscheint die Fruchtanlage unterständig (Euryalaceae), halb ober-, halb unterständig (Nymphaeaceae) und oberständig (Nupharaceae). Die Fruchtanlage wird aus vielen wirtelig gestellten Fruchtblättern gebildet, deren jedes ein besonderes Fach des Stempels bildet. Die schildförmige, dem Fruchtknoten aufsitzende Narbe trägt das zur Aufnahme des Pollens geeignete Gewebe an der unteren Seite des vorspringenden Randes. Die zahlreichen Samenanlagen sitzen an der Innenwand der Fächer. Das Andröceum wird aus zahlreichen schraubig gestellten Pollenblättern gebildet und ist mitunter, so namentlich bei den Barklayaceen, an die aus den verwachsenen Kronenblättern gebildete Röhre angewachsen. Der Pollen ist haftend. Die Frucht eine unregelmäßig aufspringende, vielsamige Kapsel. Die Samen enthalten ein reichliches, mehliges, besonderes Speichergewebe. Der Keimling ist mit einem Würzelchen versehen.

Die Seerosen sind über alle Weltteile verbreitet. Die Mehrzahl gehört den tropischen Gebieten, zumal jenen Amerikas, an. Die berühmteste aller Seerosen, Victoria regia (s. Tafel „Victoria regia im Amazonenstrome" bei S. 181), bedeckt mit ihren riesigen Blättern meilenweite Strecken im Gebiete des Amazonenstromes. Die Barklayaceen sind auf das tropische Asien und die Sundainseln beschränkt. Die Lotosblumen der alten Ägypter Nymphaea Lotus und N. coerulea, gehören den Nilländern an, und erstere findet sich auch in warmen Quellen bei Großwardein in Ungarn. Mehrere Nymphäaceen sind auch in der nördlichen gemäßigten Zone verbreitet, und zwei Arten der Gattung Nuphar erstrecken ihren Verbreitungsbezirk nordwärts bis in die arktische Zone. Fossile Reste der Nymphäaceen finden sich in den Schichten der tertiären Periode. Die Zahl der jetzt lebenden, bisher bekannt gewordenen Arten beträgt ungefähr 50.

75. Samm: **Rafflesiales, Rafflesialen.**

Umfaßt die Familien: Rafflesiaceae, Apodanthaceae, Cytinaceae.

Chlorophyllose Pflanzen, welche auf den Wurzeln grün belaubter Holzgewächse schmarotzen. Die blütentragende Achse stark verdickt, fleischig. Die Blüten einzeln oder traubenförmig gruppiert, zwitterig oder scheinzwitterig. Das Perigon vier- bis sechsgliederig. Fruchtanlage unterständig. Die Höhlung des Fruchtknotens regellos in Kammern geteilt, mi Strängen und Leisten erfüllt, welche die Träger der Samenanlagen sind. Über den Fruchtknoten erhebt sich ein säulenförmiger, nach oben scheibenförmig verdickter Griffel, welcher das Narbengewebe an der unteren Seite des vorspringenden Scheibenrandes trägt. Die in einen Kreis gestellten Pollenblätter sind unterhalb des Narbengewebes der Säule eingefügt. Die Frucht fleischig, beerenartig, von der stehenbleibenden Säule gekrönt. Die Samen hartschalig. Der Keimling besteht aus wenigen Zellen, entwickelt keine Keimblätter und ist von einem besonderen ölreichen Speichergewebe umgeben. Über die Saugorgane und die Niederblätter s. Band I, S. 184—189, über die Größe der Blumen Band II, S. 181. Die Rafflesien finden sich in den tropischen und subtropischen Gebieten der Alten und Neuen Welt, zwei Arten der Gattung Cytinus (vgl. Band I, S. 183) im Gebiete der mittelländischen Flora. Fossile Reste sind nicht bekannt. Die Zahl der jetzt lebenden, bisher ermittelten Arten beträgt 29.

76. Stamm: **Serpentariae, Serpentarien.**

Umfaßt die Familien: Aristolochiaceae, Apamaceae, Asaraceae.

Ausdauernde Gewächse, teils mit unterirdischen, knolligen oder kriechenden Rhizomen, teils mit windenden, lianenartigen Stammbildungen (s. Abbildung, Band I, S. 338, Fig. 1), die Spreite der Laubblätter von spitzläufigen Strängen durchzogen (s. Band I, S. 592), breit, ganzrandig, bisweilen gelappt. Blüten zwitterig, einzeln oder in cymatischen Blütenständen, zumal in Büscheln in den Blattachseln. Perigon dreigliederig, kronenartig gefärbt, am Grunde verwachsen. Fruchtanlagen unterständig oder halbunterständig, vier- bis sechsgliederig. Griffel in eine Säule vereinigt, welche eine strahlige Narbe trägt. Andröceum aus 2—12 dreigliederigen Wirteln gebildet. Samenanlagen in Mehrzahl in den Fächern der Fruchtanlagen. Frucht eine Kapsel (s. Abbildung, S. 425, Fig. 5). Der Same enthält ein reichliches besonderes Speichergewebe und einen sehr kleinen Keimling mit zwei Keimblättern.

Das Perigon der Asaraceen und Apamaceen ist aktinomorph (s. Abbildung, S. 279, Fig. 12 und 13), jenes der Aristolochiaceen zygomorph oder doch unsymmetrisch, und die Röhre des Perigons verschiedentlich gebogen und ausgebaucht (s. Abbildung, S. 162 und

S. 223, Fig. 6—9). Diese Blumen sind nicht nur durch ihre Gestalt, sondern auch durch ihre düstere, vorherrschend braune Färbung sehr auffallend; bei manchen erreichen sie eine außergewöhnliche Größe. Der Aristolochia grandiflora wurde schon auf S. 181 gedacht, in neuerer Zeit wurde aus dem tropischen Westafrika eine Osterluzei bekannt (Aristolochia Goldieana), deren Perigon 66 cm lang und 28 cm breit ist. Bei den Asaraceen findet man bisweilen drei kleine, zahnförmige Gebilde, welche sich zwischen die drei Blätter des Perigons einschalten, und welche als unterdrückte innere Perigonblätter gedeutet werden. Die Pollenblätter der Aristolochiaceen sind an die Griffelsäule angewachsen (s. Abbildung, S. 291, Fig. 12), jene der Asaraceen und Apamaceen sind frei. Die Samenanlagen sitzen an besonderen leistenförmigen oberen Fruchtblättern. Die Aristolochiaceen sind über alle Weltteile verbreitet. Die größte Artenzahl findet sich in den tropischen und subtropischen Gebieten. Australien besitzt die wenigsten, Südamerika die meisten Aristolochiaceen. Die Apamaceen sind auf Indien und den Malayischen Archipel beschränkt. Am weitesten nach Norden verbreitet ist die Gattung Asarum. Die nördliche und Hochgebirgsgrenze der europäischen Haselwurz (Asarum Europaeum) fällt mit jener der Buche zusammen. Fossile Reste findet man in den Schichten der mesozoischen und tertiären Periode. Die Zahl der jetzt lebenden, bisher unterschiedenen Arten beträgt ungefähr 200.

77. Stamm: Santalinae, Santalinen.

Umfaßt die Familien: Santalaceae, Viscaceae, Loranthaceae, Olacaceae, Grubbiaceae.

Kräuter, Sträucher und Bäume, von denen die Mehrzahl auf Wurzeln und Stämmen anderer grün belaubter Pflanzen schmarotzt, obschon sie auch selbst infolge des Chlorophyllgehaltes der Rinde und Laubblätter zur Assimilation befähigt sind. Die Laubblätter sind ganzrandig, ohne Nebenblätter. Blüten aktinomorph, einzeln oder trugdoldig gruppiert und dann zu Ähren, Trauben, Dolden und Köpfchen vereinigt, zwitterig, scheinzwitterig, einhäusig und zweihäusig. Das Perigon wird aus 2 zwei- oder dreigliederigen Wirteln gebildet und ist entweder kelch- oder kronenartig. Fruchtanlage zwei- bis dreigliederig, der Fruchtknoten in den scheibenförmigen oder becherförmigen Blütenboden eingesenkt, unterständig oder halb oberständig, einfächerig mit einem Griffel. Samenanlagen 1—5, ohne Integument. Glieder des Andröceums so viele oder doppelt so viele als Perigonblätter; in ersterem Falle stehen dieselben vor den Gliedern des Perigons. Frucht eine Schließfrucht, welche von dem vertrockneten oder fleischig gewordenen und dann zum Teile verschleimten Blütenboden eingehüllt ist, wodurch sie das Ansehen einer Beere oder Steinfrucht erhält. Samen ohne oder mit einer einfachen Samenschale, der Keimling ist zum Teile oder ganz von einem fleischigen besonderen Speichergewebe umgeben.

Über die Senker und Haustorien der schmarotzenden Santalinen s. Band I, S. 164 und 189—197. Mehrere Loranthaceen haben dünne, windende Stengel, von deren Knoten Wurzeln, beziehentlich Senker ausgehen. Die Loranthaceen und Viscaceen, welche der grünen Laubblätter entbehren, zeigen verdickte und flächenförmig verbreiterte Stengelglieder. Bei den Loranthaceen und Olacaceen findet sich an der Grenze der unteren Perigonblätter und des den Fruchtknoten umschließenden Blütenbodens ein Saum, welcher als Randwucherung des Blütenbodens gedeutet wird. Bei einigen Santalaceen sieht man bisweilen mehrere Deckblättchen zu einem becherförmigen Hüllkelche verwachsen. Die Fruchtknotenhöhle ist bei den Grubbiaceen und Olacaceen im unteren Teile, wenigstens im ersten Entwickelungsstadium, gefächert. Bei den Santalaceen und einigen Olacaceen sind 1—5 hängende Samenanlagen ausgebildet, welche von einem mit der Wand des Fruchtknotens verwachsenen oder sich frei in der Fruchtknotenhöhle erhebenden Gewebekörper getragen werden; bei den

Viscaceen sind die Samenanlagen in die Wand jener Fruchtblätter eingesenkt, welche das Fruchtknotengehäuse bilden, und bei den Loranthaceen erfüllen sie vollständig die Fruchtknotenhöhle und sind mit den Fruchtblättern zu einem soliden Körper verwachsen. Bei den Grubbiaceen alterniert der unterste Wirtel der Pollenblätter mit den Blättern des Perigons, und es sind doppelt so viele Pollenblätter als Perigonblätter vorhanden. Die Pollenblätter der Mistel (Viscum album; s. Abbildung, S. 85, Fig. 22) sind mit den hinter ihnen stehenden Perigonblättern verwachsen, und ihre Antheren zeigen 6—20 Fächer, deren jedes durch ein Loch den Pollen entläßt. Die Santalinen sind durch alle Weltteile verbreitet. Die größte Zahl der Arten gehört den tropischen und subtropischen Gebieten an. Die Olacaceen finden sich nur in den Tropen Südamerikas und Afrikas, die Grubbiaceen nur im Kaplande, die Santalaceen sind vorwiegend in Afrika und Australien heimisch. Am weitesten nach Norden verbreitet sind die Mistel (Viscum album, in Skandinavien bis 59° 30′) und mehrere Arten der Gattung Thesium. Thesium alpinum erreicht in den Zentralalpen ihre obere Grenze bei 2400 m. Fossile Reste finden sich in den Schichten der tertiären Periode. Die Zahl der jetzt lebenden, bisher bekannt gewordenen Arten beträgt ungefähr 750.

78. Stamm: Daphneae, Lorbeerartige.

Umfaßt die Familien: Elaeagnaceae, Thymelaeaceae, Lauraceae.

Einjährige und ausdauernde grün belaubte Kräuter, Sträucher und Bäume und laublose Schmarotzer. Nebenblätter fehlen. Die Blüten gebüschelt (s. Abbildung, S. 703, Fig. 1), aktinomorph, zwitterig, scheinzwitterig oder zweihäusig. Das Perigon aus 1 oder 2 zwei-, drei- oder fünfgliederigen Wirteln gebildet, kelch- oder kronenartig. Fruchtanlagen ein- bis dreigliederig, einfächerig, eingriffelig, frei im Grunde eines becherförmigen Blütenbodens, von dessen Rande die Perigonblätter ausgehen (s. Abbildung, S. 703, Fig. 2). Eine Samenanlage. Pollenblätter in 1, 2, 3 oder 4 zwei-, drei- oder viergliederigen Wirteln dem Innenrande des becherförmigen Blütenbodens eingefügt. Pollen haftend. Frucht eine einsamige Beere, Steinfrucht oder Nuß. Der Same enthält kein besonderes Speichergewebe. Der Keimling ist mit großen fleischigen Keimblättern ausgestattet.

Die zu den Lauraceen gehörigen Cassythen sind chlorophyllarme Schmarotzer mit windendem, dünnem Stengel und schuppenförmigen Blättchen. Die meisten Lorbeerartigen entwickeln aber holzige Stämme mit belaubten Zweigen. Die Blätter der Eläagnaceen sind mit schuppenförmigen Deckhaaren bekleidet (s. Abbildung, Band I, S. 297, Fig. 5). Die Laubblätter der meisten Lauraceen zeigen eine eigentümliche Verteilung der Stränge in der Spreite (s. Abbildung, Band I, S. 589 und die Abbildung, S. 703, Fig. 1). Die grünbelaubten Lauraceen enthalten ätherische Öle und aromatische Stoffe. Insbesondere sind in dieser Beziehung der gewöhnliche Lorbeer (Laurus nobilis), der Zimtbaum (Cinnamomum Zeylanicum) und der Kampferbaum (Camphora officinarum) hervorzuheben. Bei dem Sanddorn (Hippophaë; s. Abbildung, S. 109, Fig. 2—5) ist das Perigon zweigliederig und das Andröceum viergliederig, bei Elaeagnus besteht das Perigon und Andröceum aus 2 zweigliederigen Wirteln, bei Daphne zeigt das Perigon 2 zweigliederige und das Andröceum 2 viergliederige Wirtel (s. Abbildung, S. 703, Fig. 3), bei Laurus besteht das Perigon aus 2 und das Andröceum aus 4 dreigliederigen Wirteln, bei der Gattung Gnidium sind zweierlei Blumenblätter vorhanden, die unteren sind kelchartig, die oberen kronenartig gefärbt, und es werden dieselben auch als Kelch und Krone angesprochen. Ähnlich verhält es sich auch bei mehreren Lauraceen. Die Antheren der Eläagnaceen und Thymelaeaceen springen mit Längsspalten, jene der Lauraceen mit Klappen auf (s. Abbildung, S. 703, Fig. 2). Bei den Eläagnaceen wächst der becherförmige Blütenboden mit der Frucht fort, bildet eine



DIE KÖNIGSBLUME AUF DEM LORENZIBERGE IN KRAIN

(Nach der Natur von J. Seelos.)

Erica carnea

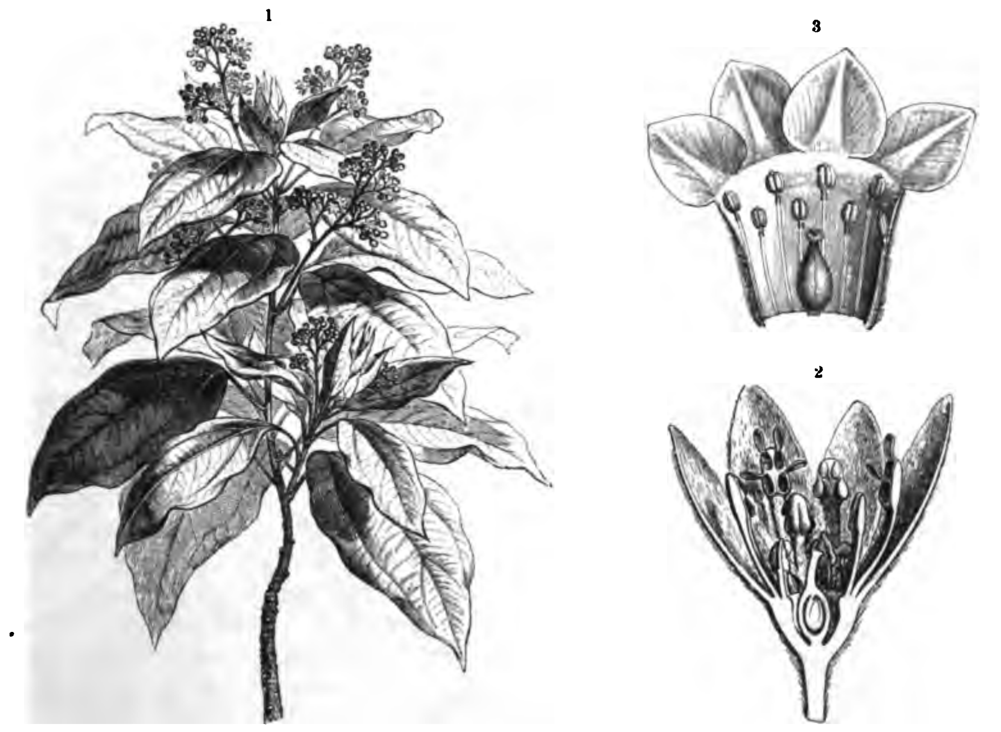
Daphne Blagayana

Daphne Blagayana

Erica carnea

Potentilla Carniolica

Hülle der Nuß, und es entsteht auf diese Weise eine pflaumenähnliche Scheinfrucht. Auch bei einigen Lauraceen, so namentlich bei Nectandra, wächst der Blütenboden mit der Frucht fort und bildet eine becherförmige Umhüllung, ähnlich der sogenannten Cupula der Eichenfrüchte. Bei den Thymelaeaceen und Lauraceen ist die Samenanlage hängend (s. untenstehende Abbildung, Fig. 2), bei den Eläagnaceen aufrecht. Die Lorbeerartigen sind über alle Weltteile verbreitet. Die Thymelaeaceen sind in den Landschaften mit gemäßigtem Klima am besten vertreten. Besonders reich an Arten dieser Familie ist das Kapland und Neuholland. Daphne Mezereum kommt nordwärts bis zum $67^1/_2{}^0$ nördl. Br. vor. Daphne striata erreicht in den Zentralalpen ihre obere Grenze bei 2500 m. Auffallend ist das Vor-



Daphnoeae: 1. Camphora officinarum (Familie Lauraceae), blühender Zweig. — 2. Längsschnitt durch die Blüte von Cinnamomum Zeylanicum (Familie Lauraceae). — 3. Aufgeschnittene und auseinander gerollte Blüte von Daphne Mezereum (Familie Thymelaeaceae). — Fig. 1 verkleinert, Fig. 2 und 3 vergrößert. (Teilweise nach Baillon.) Vgl. Text, S. 702.

kommen mehrerer Arten der Gattung Daphne auf eng begrenzten Verbreitungsbezirken in den gebirgigen Teilen des südlichen Europa. Eine dieser Arten, auf welche später nochmals die Rede kommen wird, nämlich die in Krain unter dem Namen Königsblume bekannte Daphne Blagayana, ist auf der beigehefteten Tafel abgebildet.[1] Die Lauraceen gehören vorwaltend dem tropischen und subtropischen Gebiete an, besonders reich an Arten sind das östliche Asien, die Sundainseln und Brasilien. In Ostasien erreichen die Lauraceen unter 50°, in Europa unter 46° und in Nordamerika unter 45° ihre Nordgrenze. Auf der südlichen Halbkugel sind die Lauraceen bis zum 43.° südl. Br. verbreitet. Fossile Reste der Lorbeerartigen, zumal der Lauraceen, findet man in den Schichten der mesozoischen und tertiären Periode. Die Zahl der jetzt lebenden, bisher bekannt gewordenen Arten beträgt ungefähr 1400.

[1] Den Namen Königsblume hat sie von der Bevölkerung Krains darum erhalten, weil der König Friedrich August von Sachsen im Jahre 1838 eigens eine Reise nach Krain machte, um die seltene Art an ihrem beschränkten Standorte blühend zu sehen.

79. Stamm: Caryophorae, Nußfrüchtige.

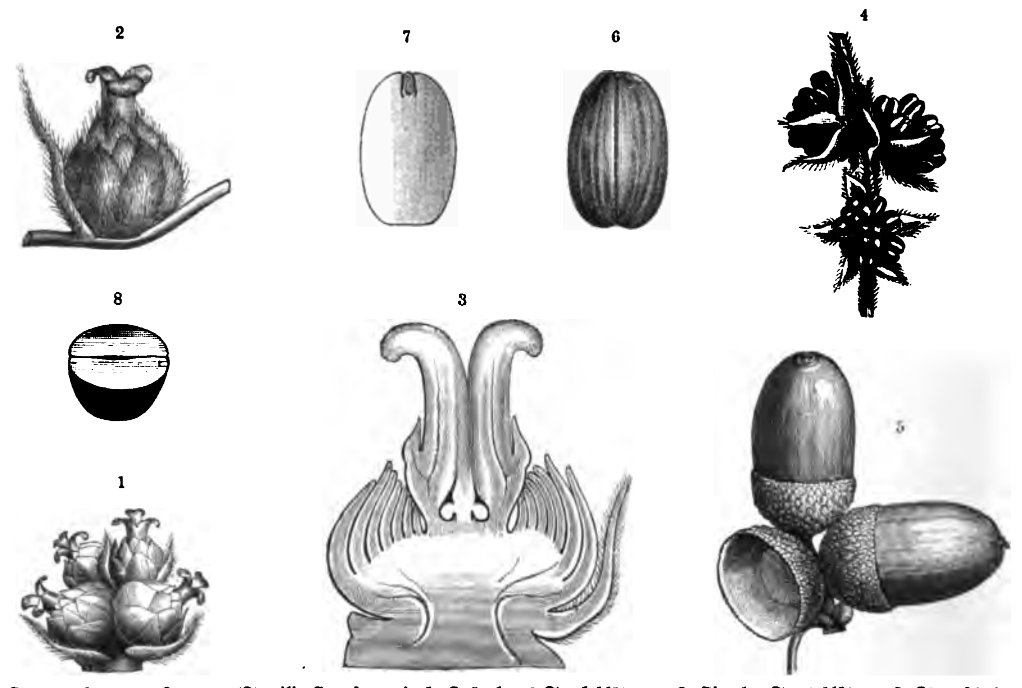
Umfaßt die Familien: Myricaceae, Juglandaceae, Betulaceae, Cupulaceae.

Sträucher und Bäume mit gestielten grünen Laubblättern. Die Knospen der Zweige werden von der Basis des Blattstieles nicht verhüllt. Die Spreite der Laubblätter ist von einem Hauptstrange und fiederförmig verlaufenden Seitensträngen durchzogen. Die Blüten sind zu kleinen zweigabeligen Cymen vereinigt, einhäusig. Die Cymen der Fruchtblüten sind in kurze Ähren, Büschel und Knäuel geordnet (s. Abbildung, S. 706, Fig. 1) und verharren an den sie tragenden Zweigen bis zur Fruchtreife. Der Blütenstiel und Blütenboden sind mit schuppenförmigen Deckblättchen besetzt (s. Abbildung, S. 706, Fig. 2 und 3). Das Perigon wird aus 4—8 Blättchen gebildet, ist kelchartig, klein, mitunter fast ganz unterdrückt und wird dann durch die Deckblättchen des Blütenstieles und Blütenbodens vertreten. Die Fruchtanlage ist unterständig und wird aus 2—6 zu einem Stempel verwachsenen Fruchtblättern gebildet (s. Abbildung, S. 706, Fig. 3). Jedem Fruchtblatte entsprechen 1—2 Samenanlagen. Die kleinen Cymen der Pollenblüten sind stets ährenförmig gruppiert (s. Abbildung, S. 706, Fig. 4) und die Spindel der Ähren löst sich von den sie tragenden Zweigen ab, sobald die Blütezeit vorüber ist. Das Perigon dieser Blüten wird aus 1—2 drei-, vier- oder fünfgliederigen Wirteln gebildet. Die Blütenstielchen sind mit Deckblättchen besetzt und dem Hüllblatte der Cyme angewachsen (s. Abbildung, S. 705, Fig. 7). Pollenblätter 2—40, die äußeren stehen vor den Blättchen des Perigons. Der Pollen ist stäubend. Die Frucht ist eine einfächerige, einsamige Nuß. Der Same ohne besonderem Speichergewebe. Der Keimling mit großen fleischigen Keimblättern (s. Abbildung, Band I, S. 566, und Abbildung, S. 706, Fig. 6—8). Die Myricaceen, Juglandaceen und Betulaceen enthalten aromatische Stoffe und sind mit aromatischen Harzdrüsen besetzt. Bei den Juglandaceen sind die Laubblätter unpaarig gefiedert, bei den anderen Familien ganzrandig oder mannigfaltig zerschnitten, gelappt und am Rande gesägt. Bei den Juglandaceen und Myricaceen fehlen die Nebenblätter, bei den anderen Familien sind sie als schützende Decke der noch jugendlichen Blattspreiten entwickelt, lösen sich aber, nachdem die Spreiten ausgewachsen sind, ab und fallen zu Boden (s. Abbildung, Band I, S. 328). Bei den Myricaceen und bei der Kastanie (Castanea sativa) sind die männlichen Blütenstände aufrecht, sonst sind sie hängend und stellen entweder lockere, unterbrochene Ähren dar, wie bei der Eiche (Quercus; s. Abbildung, S. 297), oder geschlossene Trobdeln, wie bei der Birke und Erle (s. Abbildung, S. 133, und Abbildung, S. 705, Fig. 1), der Walnuß (s. Abbildung, Band I, S. 700), der Hasel (s. Abbildung, S. 145) und der Hainbuche (s. Abbildung, S. 705, Fig. 5), oder die Ähren sind köpfchenförmig, wie bei der Buche (Fagus). Die Pollenblätter der Kastanie zeigen ein aus 2 dreigliederigen Wirteln gebildetes kronenartiges Perigon und ein Andröceum mit haftendem Pollen; bei allen anderen Nußfrüchtigen ist das Perigon grünlich, kelchartig und der Pollen ist stäubend (s. S. 134). Bei den Betulaceen gestalten sich die unter sich verwachsenen Deck- und Hüllblättchen zu einer holzigen Deckschuppe, und die kleinen Nüßchen sind mit einem häutigen Flügel umsäumt. Bei der Reife lösen sich diese Früchte von ihrem Stiele und werden durch den Wind verbreitet. Bei der Gattung Betula lösen sich zugleich mit den Früchten auch die holzigen Deckschuppen (s. Abbildung, S. 705, Fig. 2, 3 und 4) von der Spindel des Fruchtstandes ab, bei der Erle (Alnus) dagegen bleiben diese holzigen, zapfenförmig gruppierten Deckschuppen am Baume zurück. Bei der Walnuß (Juglans) sind die obersten Deckblätter zu einer Hülle des unterständigen Fruchtknotens verschmolzen und bilden zur Zeit der Fruchtreife eine rindenartige fleischige Cupula der Nuß. Bei den Myricaceen



Caryophorae: Betula alba (Familie Betulaceae). 1. Blühender Zweig. — 2. Fruchttragender Zweig. — 3. Eine mit zwei Flügeln versehene, abgefallene Nußfrucht. — 4. Abgelöste Deckschuppe. — Carpinus Betulus (Familie Cupulaceae). — 5. Blühender Zweig. — 6. Fruchtblüten. — 7. Pollenblüten. — 8. Nuß, an den Grund der blattartigen, dreilappigen Cupula angewachsen. — Fig. 3, 4, 6 und 7 etwas vergrößert. Vgl. Text, S. 704.

bilden die mit der Frucht verwachsenen zwei oberen Deckblätter eine Hülle mit flügelförmigen Fortsätzen. Bei den Cupulaceen bildet der Blütenboden einen ringförmigen Wall (Hypanthium) um die Fruchtanlage und ist mit den schuppenförmigen Blättchen des Perigons besetzt (s. untenstehende Abbildung, Fig. 3). Der mit Deckschuppen bekleidete sehr kurze Stiel der Blüte ist als Blütenlager ausgebildet, meistens sehr verdickt und wächst später zu der als Cupula bekannten Fruchthülle aus. Über die große Mannigfaltigkeit dieses Fruchtbechers s. S. 428 und Abbildung, S. 145, 427, 429, 439, Fig. 4 und untenstehende Abbildung, Fig. 5. Die Samenanlage der Juglandaceen und Myricaceen ist aufrecht, jene bei den anderen Familien hängend. Die Keimblätter der Juglandaceen zeigen unregelmäßige Ausbuchtungen



Caryophorae: Quercus (Familie Cupulaceae). 1. Knäuel aus Fruchtblüten. — 2. Einzelne Fruchtblüte. — 3. Längsschnitt durch eine Fruchtblüte und das Blütenlager, dessen Abschluß diese Fruchtblüte bildet. Die schuppenförmigen Blättchen des Perigons sitzen am Rande des becherförmigen Hypanthiums; das Blütenlager ist mit schuppenförmigen, sich deckenden Blättchen dicht besetzt. — 4. Drei Pollenblüten. — 5. Fruchtknäuel; eine Nuß ist aus der napfförmigen Cupula gefallen. — 6. Same. — 7. Same halbiert. — 8. Same, quer durchschnitten. Fig. 1, 2, 3 und 4 vergrößert. Vgl. Text, S. 704.

an der Oberfläche, jene der Eichen sind miteinander verwachsen. Die Nußfrüchtigen sind über alle Weltteile verbreitet. Die Juglandaceen bewohnen die nördliche gemäßigte Zone der Alten und Neuen Welt und sind im atlantischen Nordamerika durch zahlreiche Arten vertreten; die Myricaceen bewohnen das westliche Europa, die Kanarischen Inseln, Afrika, Westindien, die Anden, Nordamerika, Japan, das kontinentale Asien und die Sundainseln. Myrica Gale ist nordwärts bis in das südliche Lappland verbreitet. Die Betulaceen gehören der nördlichen Halbkugel an, fehlen den Tropen, sind dagegen im Norden weit verbreitet und nehmen an der Bildung der Holzvegetation im arktischen Gebiete einen hervorragenden Anteil. Betula nana wächst noch als niederes Buschwerk in Grönland und im Taimyrlande bei 74° nördl. Br. In den Zentralalpen findet Alnus viridis bei 2000 m ihre obere Grenze. Die Cupulaceen sind insbesondere in Nordamerika durch eine große Zahl von Arten vertreten, aber auch durch Asien und Europa weit verbreitet. Für die mittelländische Flora sind insbesondere die immergrünen Eichen bezeichnend. Die Gattung Nothofagus hat ihre Heimat



Rotbuche (Fagus silvatica). Vgl. Text, S. 708.

in Australien, Neuseeland und im antarktischen Südamerika. Die Birken, Erlen und Eichen wachsen mit anderen Laubhölzern und Nadelhölzern in gemischten, lichten Beständen. Die Rotbuche (**Fagus silvatica**, s. Abbildung, S. 707) bildet gewöhnlich reine, geschlossene Bestände. Sie findet am Ätna bei 2160 m, in den nördlichen Tiroler Alpen bei 1676 m und in Norwegen bei 260 m ihre obere Grenze und erstreckt ihren Verbreitungsbezirk bis zum 59.° nördl. Br. Fossile Reste von Myricaceen, Juglandaceen, Betulaceen und Cupulaceen finden sich in den Ablagerungen der mesozoischen, tertiären und diluvialen Periode. Die Zahl der jetzt lebenden, bisher ermittelten Arten beträgt ungefähr 500.

80. Stamm: **Plataneae, Platanen.**

Umfaßt die Gattung **Platanus**.

Bäume mit gestielten, großen Laubblättern. Die Basis des Blattstieles ist ausgehöhlt und überdeckt kappenförmig die in der Blattachsel angelegte Knospe. Die Spreite der gelappten Laubblätter ist von strahlläufigen Strängen durchzogen. Die Blüten sind einhäusig, von Deckblättern gestützt, zu kugeligen Köpfchen vereinigt, die Blumenblätter unscheinbar, knötchen- oder schuppenförmig. Die Fruchtanlage ist unterständig und wird aus vier freien Stempeln gebildet, deren jeder eine hängende Samenanlage birgt. Die Narben sind fadenförmig. Das Andröceum besteht aus mehreren kurzgestielten, mit einem großen schildförmigen Konnektiv ausgestatteten Pollenblättern (s. S. 144). Der Pollen ist stäubend. Die Frucht ist eine Nuß. Der Same enthält ein fleischiges besonderes Speichergewebe, in dessen Achse der Keimling eingebettet ist.

Die Platanen sind in Nordamerika und Westasien verbreitet. Fossile Reste finden sich in den Ablagerungen der mesozoischen und tertiären Periode. Die Zahl der jetzt lebenden Arten beträgt 6.

81. Stamm: **Balanophoreae, Kolbenschosser.**

Umfaßt die Familien: **Hydnoraceae, Sarcophytaceae, Cynomoriaceae, Balanophoraceae, Scybaliaceae.**

Chlorophyllose Pflanzen, welche auf den Wurzeln grün belaubter Holzgewächse schmarotzen, mit knolligen, cylindrischen oder kantigen Stämmen, von welchen blütentragende Seitenachsen ausgehen. Die blütentragenden Achsen fleischig verdickt, die Blüten zwitterig oder scheinzwitterig, einhäusig oder zweihäusig. Das Perigon zwei- bis achtgliederig, an den Fruchtblüten bisweilen in einen becherförmigen, dem Scheitel des Fruchtknotens aufsitzenden Wall umgewandelt oder fehlend und durch schuppenförmige Deckblättchen und Haare ersetzt. Fruchtanlage unterständig, ein- bis dreigliederig, einfächerig, ohne Griffel oder mit 1—2 fadenförmigen Griffeln, welche eine kleine Narbe tragen. Pollenblätter 1—60, unterhalb des Saumes dem Perigon eingefügt. Die Frucht beeren-, nuß- oder steinfruchtartig. Der Keimling ist sehr klein, entwickelt keine Keimblätter und ist dem Scheitel eines fleischigen, ölreichen, besonderen Speichergewebes eingelagert.

Über die Saugorgane und Niederblätter s. Band I, S. 172—184. Die Blüten der Hydnoraceen sind vereinzelt, jene der Balanophoraceen, Cynomoriaceen und Scybaliaceen zahlreich, gehäuft an kolbig verdickten, einfachen, und jene der Sarcophytaceen an kolbig verdickten, verzweigten Achsen. Die Fruchtknotenhöhle ist bei den Hydnoraceen mit zahlreichen, von der Innenwand vorspringenden, die Samenanlagen tragenden Leisten erfüllt; jene der Sarcophytaceen enthält 3, jene der Scybaliaceen 2, jene der Cynomoriaceen 1—3 und jene der Balanophoraceen eine wandständige Samenanlage. Bei den Hydnoraceen und Sarcophytaceen fehlt der Griffel, und als Narbengewebe fungieren die oberen

freien Enden der die Samenanlagen tragenden Gewebekörper. Die Cynomoriaceen und Balanophoraceen haben einen und die Scybaliaceen zwei fädige Griffel mit kleinen papillösen Narben. Die Pollenblätter sind bei den Hydnoraceen zwischen den Lappen des Perigons eingefügt und bilden einen fleischigen Ring; bei den anderen Familien stehen sie vor den Zipfeln des Perigons; bei den Balanophoraceen sind die Antherenträger miteinander verwachsen. Die Mehrzahl der Kolbenschosser lebt im tropischen Amerika und Asien, wenige Arten in Südafrika und Neuholland. Cynomorium coccineum, die einzige Art der Cynomoriaceen, lebt im Mittelmeergebiete und in Westasien (s. Band I, S. 183). Fossile Reste sind nicht bekannt. Die Zahl der jetzt lebenden, bisher unterschiedenen Arten beträgt ungefähr 45.

82. Stamm: Mangrovae, Mangroven.

Umfaßt die Familie Rhizophoraceae.

Bäume mit stelzenförmigen Luftwurzeln und gegenständigen immergrünen Laubblättern, deren Spreiten von schlingenläufigen Seitensträngen durchzogen sind (s. Abbildung, Band I, S. 562, 564 und 716). Die Blumenblätter in Kelch und Krone geschieden, beide aus je einem viergliederigen Wirtel gebildet. Fruchtanlage aus zwei miteinander verwachsenen Fruchtblättern aufgebaut. Der Fruchtknoten zur unteren Hälfte von dem becherförmigen Teile des Kelches überzogen, zweifächerig. Jedes Fach birgt eine im Innenwinkel aufgehängte Samenanlage. In dem einen Fache verkümmert die Samenanlage, in dem anderen entwickelt sich aus ihr in eigentümlicher Weise der Keimling (s. Band I, S. 562—564). Das Andröceum viergliederig. Die Antheren durch Querwände in viele kleine Fächer geteilt. Die aus der beerenartigen Frucht hervorwachsende junge Pflanze löst sich von dem Keimblatte und fällt ab, während die entleerte Frucht am Baume zurückbleibt.

Die Mangroven gehören den Tropen der Alten und Neuen Welt an und leben in dichten Beständen in brackigem Wasser in der Nähe der Flußmündungen. Fossile Reste sind nicht bekannt. Die Zahl der jetzt lebenden, bisher bekannt gewordenen Arten beträgt ungefähr 280.

83. Stamm: Myrobalaneae, Myrobalaneen.

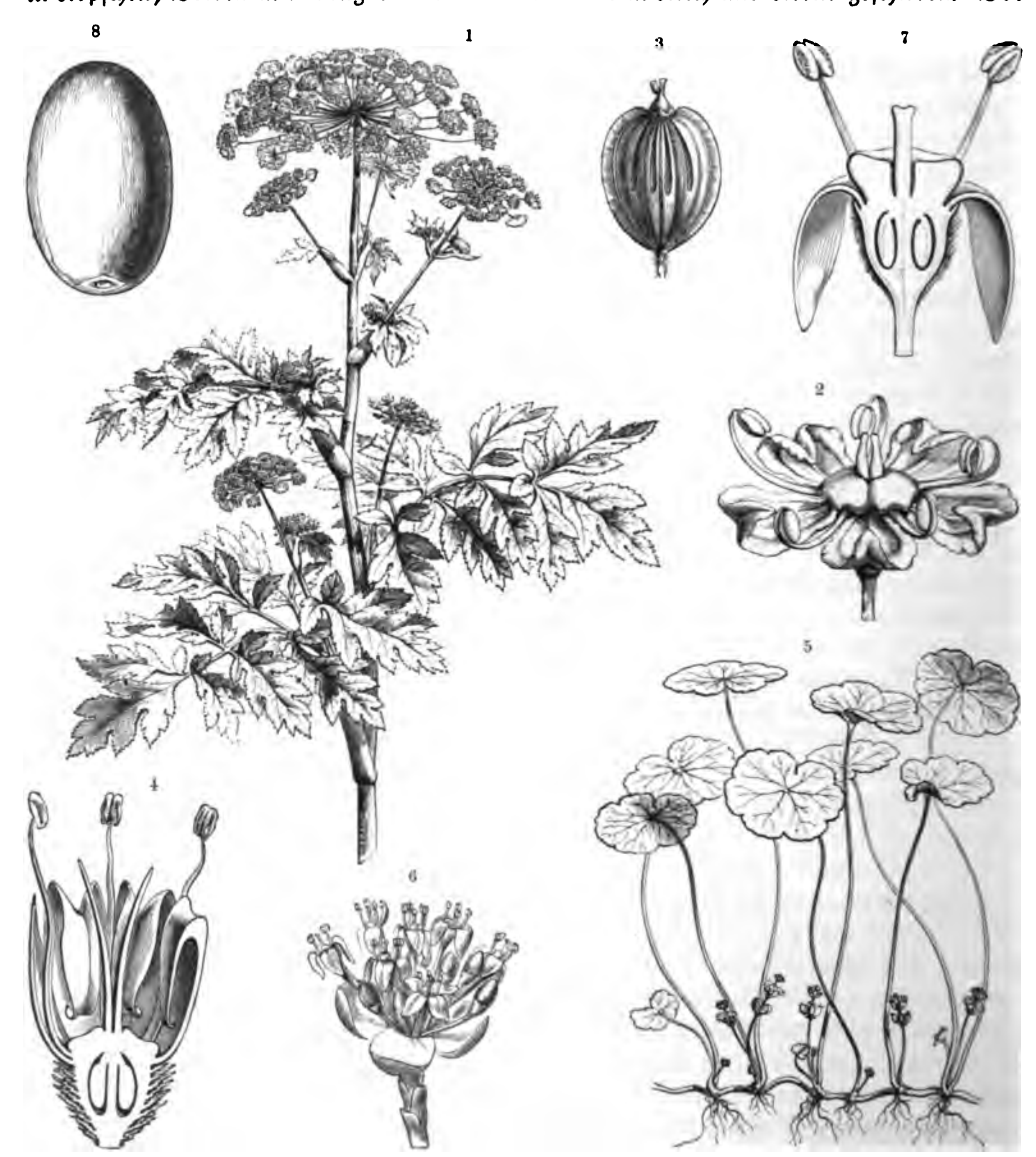
Umfaßt die Familien Terminaliaceae und Combretaceae.

Sträucher und Bäume mit ungeteilten, von fiederläufigen Strängen durchzogenen Laubblättern. Die Blüten ährenförmig gruppiert, zwitterig und scheinzwitterig, aktinomorph. Der Blütenboden becher- oder röhrenförmig, an der Außenseite von der Röhre des vier- bis fünfgliederigen Kelches überzogen. Am Rande des von den freien Zipfeln des Kelches überragten Blütenbodens entspringen bei einigen Arten 4—5 wirtelig gestellte kleine Kronenblätter. In vielen Fällen sind diese aber unterdrückt, und es erscheint dann der Blütenboden nur mit den Kelchblättern besetzt. Die Fruchtanlage ist mit der Innenwand des becherförmigen Blütenbodens verwachsen; der Fruchtknoten ist einfächerig, die Samenanlagen, 2—4 an der Zahl, sind in dem oberen Teile des Fruchtknotenfaches aufgehängt. Das Andröceum wird aus 1—2 vier- oder fünfgliederigen Wirteln gebildet. Die Frucht ist eine einfächerige und einsamige Nuß oder Beere. Die Keimlinge entwickeln sich aus den abgefallenen Früchten. Alle Myrobalaneen gehören den Tropen an; einige haben die Form von Lianen; mehrere wachsen gesellig mit den Mangroven an den Flußmündungen in brackigem Wasser. Fossile Reste sind nicht bekannt. Die Zahl der jetzt lebenden, bisher bekannt gewordenen Arten beträgt ungefähr 280.

84. Stamm: Umbellatae, Dolden.

Umfaßt die Familien: Cornaceae, Araliaceae, Umbellaceae.

Einjährige oder ausdauernde reichblütige Kräuter, Sträucher und Bäume. Die Blüten in Köpfchen, Dolden und Trugdolden. Blumenblätter in Kelch und Krone geschieden. Der



Umbellatae: Heracleum Sphondylium (Familie Umbellaceae). 1. Blühende Pflanze. — 2. Einzelne Blüte. — 3. Frucht. — 4. Längsschnitt durch die Blüte von Eryngium maritimum (Familie Umbellaceae). — 5. Hydrocotyle vulgaris (Familie Umbellaceae), ganze Pflanze. — Cornus mas (Familie Cornaceae). 6. Blütenstand. — 7. Längsschnitt durch eine Blüte. — 8. Frucht. — Fig. 1 verkleinert, Fig. 2, 3, 4, 6, 7 und 8 vergrößert. (Nach Baillon.) Vgl. Text, S. 711.

Kelch vier- bis fünfgliederig, die Röhre desselben überzieht die unterständige Fruchtanlage, und der Saum des Kelches bildet 4—5 kleine, den Scheitel des Fruchtknotens umgebende Zähne. Die Krone gleichfalls vier- bis fünfgliederig. Die Glieder derselben frei, mit jenen des Kelches abwechselnd. Der unterständige

Fruchtknoten zwei- bis fünffächerig, aus wirtelig gestellten, miteinander verwachsenen Fruchtblättern gebildet. Jedes Fach entspricht einem Fruchtblatte und enthält nur eine Samenanlage. Diese erscheint nahe dem oberen Ende des Faches aufgehängt (s. Abbildung, S. 710, Fig. 4). Dem Scheitel des Fruchtknotens ist ein honigausscheidendes Gewebepolster aufgelagert (s. Abbildung, S. 710, Fig. 2, 4 und 7). Das Andröceum ist als ein vier- bis fünfgliederiger Wirtel ausgebildet. Die Pollenblätter sind vollständig getrennt und stehen um das honigausscheidende Gewebepolster im Kreise herum. Die Frucht der Umbellaceen ist eine Spaltfrucht (Diachenium, s. Abbildung, S. 421, Fig. 5—7, und Abbildung, S. 710, Fig. 3), jene der Cornaceen und Araliaceen eine Beere oder Steinfrucht (s. Abbildung, S. 710, Fig. 8). Der Same enthält ein reichliches besonderes Speichergewebe, in welchem der Keimling eingebettet ist.

Die Cornaceen sind zum größten Teile Holzpflanzen mit ganzrandigen, gegenständigen, von bogenläufigen Strängen durchzogenen Laubblättern (s. Abbildung, S. 228, und Band I, S. 589). Die Araliaceen, für welche der Epheu (Hedera Helix; s. Band I, S. 662) als Vorbild dienen kann, sind Holzpflanzen mit Kletterwurzeln, oder Sträucher und Stauben, deren Laubblätter von strahlläufigen Strängen durchzogen sind, und die an aromatischen Stoffen, Ölen und Harzen reichen Umbellaceen sind größtenteils Stauben, deren Stengel bei manchen Arten, z. B. Ferula communis und Euryangium Sumbul (s. Band I, Tafel „Orientalische Doldenpflanzen" bei S. 703), eine Länge von 3—4 m erreicht. Die Laubblätter der Umbellaceen sind meistens zerschnitten und vielfach geteilt (s. Abbildung, S. 710, Fig. 1), jene der in Sümpfen lebenden Hydrocotyle vulgaris sind schildförmig (s. Abbildung, S. 710, Fig. 5). Der Kelch, die Krone und das Andröceum sind bei den Cornaceen vier-, bei den Umbellaceen und Araliaceen fünfgliederig (s. Abbildung, S. 289, Fig. 4, und Abbildung, S. 710, Fig. 2 und 6). Die Dolden gehören vorwaltend der nördlichen gemäßigten Zone an, die Araliaceen sind auch in den Tropen durch zahlreiche Arten vertreten. Mehrere Umbellaceen sind Bewohner des arktischen Florengebietes und der Alpenregion. Gaya simplex findet sich in den Zentralalpen noch in der Seehöhe von 2600 m. Ausnehmend reich an hohen Umbellaceen ist der Orient. Fossile Reste, insbesondere aus den Familien der Araliaceen und Cornaceen, wurden in den Ablagerungen der mesozoischen und tertiären Periode gefunden. Die Zahl der jetzt lebenden, bisher ermittelten Arten beträgt ungefähr 1800.

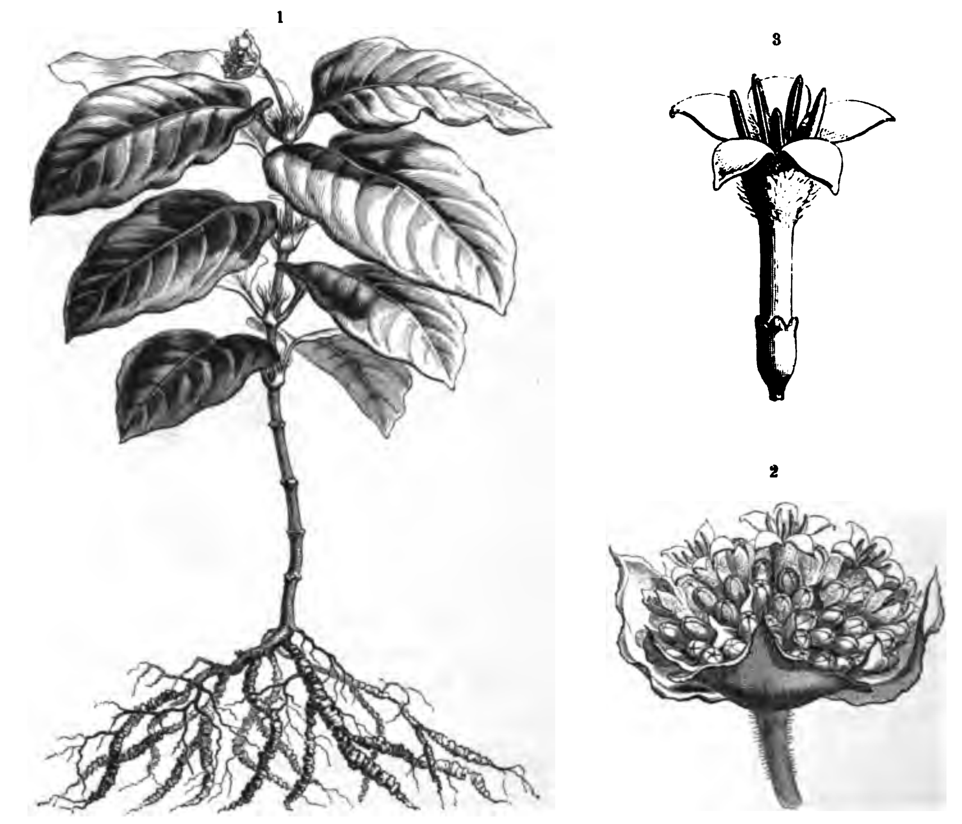
85. Stamm: Decussatae, Gekreuztblätterige.

Umfaßt die Familien: Rubiaceae, Cinchonaceae, Coffeaceae, Gardeniaceae, Sambucaceae, Caprifoliaceae.

Einjährige und ausdauernde Kräuter, Sträucher und Bäume. Die Laubblätter sind kreuzweise gestellt und von Nebenblättern begleitet (s. Abbildung, S. 712, Fig. 1). Die Blüten in Cymen geordnet, aktinomorph und zygomorph, zwitterig und scheinzwitterig. Die Blumenblätter in Kelch und Krone geschieden. Der Kelch wird aus einem zwei- bis sechsgliederigen Wirtel gebildet. Die Kelchröhre überzieht die unterständige Fruchtanlage, der Kelchsaum bildet kleine grüne, den Scheitel des Fruchtknotens krönende Schwielen oder Zähne. Die Krone wird aus einem drei- bis sechsgliederigen Wirtel gebildet. Die Kronenblätter sind miteinander verwachsen (s. Abbildung, S. 712, Fig. 3). Die unterständige Fruchtanlage besteht aus 2—5 zu einem Stempel verwachsenen Fruchtblättern. Der Fruchtknoten ist zwei- bis fünffächerig. Die Träger der Samenanlagen befinden sich entweder in den Innenwinkeln der Fruchtknotenfächer, oder sie entspringen von den Scheidewänden dieser Fächer. Das Andröceum besteht aus einem drei- bis sechsgliederigen Wirtel. Die Pollenblätter sind mit der Kronenröhre verwachsen. Der Pollen ist haftend oder

stäubend (s. S. 265). Die Frucht ist eine Beere, Pflaume, Spaltfrucht oder Kapsel. Der Same enthält ein besonderes Speichergewebe.

Die Rubiaceen sind größtenteils krautartige, die den anderen Familien angehörenden Arten vorwaltend strauch- und baumförmige Gewächse. In den Wurzeln mehrerer Rubiaceen (z. B. Rubia tinctorum und Galium boreale) ist ein roter Farbstoff (Krapprot) entwickelt, die Coffeaceen und Cinchonaceen enthalten Alkaloide (Coffein, Chinin, Cinchonin 2c.), das zum Maiwein verwendete Kraut des auf der beigehefteten Tafel „Waldmeister im Buchenwalde" abgebildeten Waldmeisters (Asperula odorata) ist wegen seines



Decussatae: Cephaëlis Ipecacuanha (Familie Coffeaceae). 1. Ganze Pflanze. — 2. Blütenstand. — 3. Einzelne Blüte. — Fig. 1 verkleinert, Fig. 2 und 3 vergrößert. (Nach Baillon.) Vgl. Text, S. 711.

Gehaltes an Kumarin berühmt. Keine Art dieses Stammes enthält aber in ihren Geweben Milchröhren und Milchsaft. Die Laubblätter erscheinen stets paarweise gegenübergestellt und gekreuzt, und die Spreiten derselben sind von fiederläufigen Strängen durchzogen. Die Nebenblätter der Rubiaceen stimmen in der Größe, Farbe und Form mit den Spreiten der zugehörigen gegenständigen Blätter überein und sind zwischen diese gleichsam eingeschaltet. Infolgedessen sieht man an der Grenze eines jeden Stengelgliedes einen Wirtel von Blattgebilden in sternförmiger Gruppierung (s. die beigeheftete Tafel „Waldmeister im Buchenwalde"). Bei den Cinchonaceen und Coffeaceen sind die Nebenblätter schuppenförmig und mitunter handförmig zerschlitzt (s. obenstehende Abbildung, Fig. 1). Bei den Sambucaceen und Caprifoliaceen sind sie entweder als gestielte Drüsen ausgebildet und sehr klein, oder sie sind mit der Basis des Blattstieles verwachsen und erscheinen als grundständige schmale Abschnitte des zugehörigen Blattes. Die cymatischen



WALDMEISTER (ASPERULA ODORATA) im Buchenwalde

(Nach Aquarell von Adele v. Kerner.)

Blütenstände sind entweder zu Knäueln und Büscheln zusammengezogen und dann gewöhnlich von einer Hülle aus Deckblättern umgeben, wie z. B. bei der Ipekakuanha (Cephaëlis Ipecacuanha; s. Abbildung, S. 712, Fig. 2), oder sie bilden pyramidenförmige Rispen wie bei den Chinarindenbäumen (Cinchona), oder endlich flache Trugdolden wie bei den Holdern (Sambucus nigra und Ebulus). Bei den Caprifoliaceen, zumal bei den Gattungen Linnaea und Lonicera, kommen auch zweiblütige Cymen vor, und bei mehreren Arten der Gattung Lonicera sind die Fruchtknoten der beiden Blüten einer Cyme miteinander verwachsen. Die Blüten mehrerer Caprifoliaceen (Linnaea, Lonicera ꝛc.) sind zygomorph, die übrigen Familien zeigen aktinomorphe Blüten. Die Frucht der Rubiaceen ist eine in zwei Knöpfe zerfallende Spaltfrucht, jene der Cinchonaceen eine von unten nach oben zu aufspringende Kapsel (s. Abbildung, S. 425, Fig. 10). Die Coffeaceen, Sambucaceen und die Gattung Linnaea besitzen eine Steinfrucht, und die Gardeniaceen sowie ein Teil der Caprifoliaceen eine Beere. Die beerenartigen Früchte mehrerer Arten der Gattung Lonicera (L. alpigena, coerulea ꝛc.) sind zu einer Sammelfrucht verwachsen. Die Fruchtfächer der Rubiaceen, Coffeaceen, Sambucaceen und der Gattung Linnaea enthalten je einen, die meisten Caprifoliaceen, namentlich die Gattung Lonicera, mehrere und die Cinchonaceen viele Samen. Die Samen der Cinchonaceen sind geflügelt (s. Abbildung, S. 417, Fig. 7).

Die Gekreuztblätterigen sind über alle Weltteile verbreitet. Die Coffeaceen und Cinchonaceen gehören vorwaltend den Tropen, die Rubiaceen, Sambucaceen und Caprifoliaceen vorwaltend der nördlichen gemäßigten Zone an. Die Fieberrindenbäume (Cinchona) sind auf die Kordilleren Südamerikas (10° nördl. Br. bis 22° südl. Br.) beschränkt. Als ursprüngliche Heimat des Kaffeebaumes (Coffea Arabica) wird das tropische Afrika angesehen. Die nach dem schwedischen Botaniker Linné benannte Linnaea borealis findet sich zerstreut in den Alpen, in der baltischen Niederung und in Skandinavien. Mehrere Arten der Rubiaceengattung Galium gehören der Flora des hohen Nordens und der Hochgebirge an. Fossile Reste sind aus der mesozoischen und tertiären Periode auf uns gekommen. Die Zahl der jetzt lebenden, bisher ermittelten Arten beträgt ungefähr 4800.

86. Stamm: **Hypococcae, Preißeln.**

Umfaßt die Familien Vacciniaceae und Oxycoccaceae.

Holzgewächse in allen Abstufungen von der Form zarter, niederer, dem Boden angeschmiegter Sträucher bis zur Form ansehnlicher Bäume. Die Laubblätter in schraubiger Anordnung, ohne Nebenblätter. Die Blüten in Trauben und Büscheln gruppiert oder vereinzelt, aktinomorph, zwitterig. Die Blumenblätter sind in Kelch und Krone geschieden. Der Kelch wird aus einem vier- bis sechsgliederigen Wirtel gebildet. Die Kelchröhre überzieht den unterständigen Fruchtknoten; der Kelchsaum bildet kurze, grüne, den Scheitel des Fruchtknotens krönende Zähne. Die Krone wird aus einem vier- bis sechsgliederigen Wirtel gebildet. Die Kronenblätter sind miteinander verwachsen oder frei. Die unterständige Fruchtanlage besteht aus 4—6 zu einem Stempel verwachsenen Fruchtblättern. Der Fruchtknoten ist vier- bis sechsfächerig. Die Träger der Samenanlagen befinden sich im Innenwinkel der Fruchtknotenfächer. Dem Scheitel des Fruchtknotens ist ein honigausscheidendes Gewebepolster aufgelagert. Das Andröceum besteht aus 2 vier- bis sechsgliederigen Wirteln. Die Pollenblätter stehen um das honigausscheidende Gewebepolster herum und sind weder unter sich noch mit der Krone verwachsen. Die Glieder des äußeren Wirtels stehen vor den Kronenblättern. Die Frucht ist eine Beere oder Pflaume. Der Same enthält ein fleischiges besonderes Speichergewebe.

Die Preißeln enthalten keine Milchröhren und keinen Milchsaft. Bei den Vacciniaceen sind die Blätter der Blumenkrone miteinander verwachsen und die Antheren mit hörnchenförmigen Anhängseln versehen, bei den Oxycoccaceen sind die Blätter der Blumenkrone frei und die Antheren nicht gehörnt. Die Preißeln sind über alle Weltteile und alle Zonen verbreitet. Die der gemäßigten Zone angehörenden Arten gedeihen in Torfsümpfen und im Humus der Wälder und Heiden, die in den Gebirgen der tropischen Gegenden heimischen Arten leben zum Teile als Überpflanzen auf der Borke alter Bäume. Viele wachsen gesellig und bilden ausgedehnte Bestände, so namentlich die Arten der Gattung Vaccinium: die Preißelbeere (Vaccinium Vitis Idaea), die Heidelbeere (Vaccinium Myrtillus) und die Moosbeere (Vaccinium uliginosum). Diese Arten finden sich auch noch im arktischen Florengebiete. Vaccinium uliginosum ist am weitesten nach Norden verbreitet und bildet im Vereine mit der Zwergbirke (Betula nana) und niederen Weiden in Grönland unter dem 73.° nördl. Br. niedere Gestrüppe. In den Zentralalpen wächst sie noch in der Seehöhe von 2400 m in ausgedehnten Beständen. Fossile Reste wurden in den Ablagerungen der mesozoischen, tertiären und diluvialen Periode gefunden. Die Zahl der jetzt lebenden, bisher ermittelten Arten beträgt ungefähr 350.

87. Stamm: Campanulinae, Glockenblumige.

Umfaßt die Familien: Campanulaceae, Lobeliaceae, Stylidiaceae, Goodeniaceae.

Einjährige und ausdauernde Kräuter mit ungeteilten, schraubig angeordneten Laubblättern, ohne Nebenblätter. Die Blüten sind köpfchen- und traubenförmig gruppiert oder vereinzelt, aktinomorph und zygomorph, zwitterig und scheinzwitterig. Die Blumenblätter sind in Kelch und Krone geschieden (s. Abbildung, S. 356, Fig. 8—11). Kelch und Krone aus je einem drei- bis achtgliederigen Wirtel gebildet. Die Kelchröhre überzieht die unterständige Fruchtanlage, und der Kelchsaum erscheint in der Gestalt von 3—8 verhältnismäßig großen, den Scheitel des Fruchtknotens krönenden grünen Zipfeln. Die Kronenblätter sind miteinander verwachsen. Die unterständige Fruchtanlage besteht aus 2—5 zu einem einzigen Stempel verwachsenen Fruchtblättern. Der Fruchtknoten ist zwei- bis fünffächerig, die Samenanlagen zahlreich auf eignen, im Innenwinkel der Fächer stehenden Trägern. Das Andröceum besteht aus einem drei- bis achtgliederigen Wirtel von Pollenblättern, und diese hängen mit der Basis der Kronenblätter zusammen. Die Träger der Antheren sind frei; die Antheren schließen in der jugendlichen Blüte so zusammen, daß sie eine Röhre bilden, durch welche der Griffel durchgesteckt erscheint (s. Abbildung, S. 356, Fig. 10, und S. 365, Fig. 10 und 11). Mitunter sind sie verwachsen, und die Röhre bleibt auch dann erhalten, wenn die Blüte zu welken beginnt. Der Pollen ist haftend. Die Frucht ist eine Kapsel (s. Abbildung, S. 443, Fig. 1).

Alle Teile der Glockenblumigen sind von Milchröhren durchzogen, und die Blätter und Stengel mehrerer Arten strotzen von Milchsaft. Die Blüten der Campanulaceen sind aktinomorph, jene der anderen Familien zygomorph. Bei den Stylidiaceen enthalten nur zwei Pollenblätter geschlechtsreifen Pollen in ihren Antheren; drei Pollenblätter sind verkümmert. Bei den anderen Familien sind alle Pollenblätter mit geschlechtsreifem Pollen versehen. Die Glockenblumigen sind über alle Weltteile verbreitet. Die Campanulaceen sind vorwaltend in der nördlichen gemäßigten Zone, die Lobeliaceen in der südlichen gemäßigten Zone und in den Tropen zu Hause. Einige Campanulaceen finden sich auch in der arktischen und in der Hochgebirgsflora. Die Stylidiaceen und Gardeniaceen sind auf Australien beschränkt. Fossile Reste sind nicht bekannt. Die Zahl der jetzt lebenden, bisher ermittelten Arten beträgt ungefähr 1300.

88. Stamm: Acheniophorae, Acheniophoren.

Umfaßt die Familien: Valerianaceae, Dipsaceae, Calyceraceae, Ambrosiaceae, Synantheraceae.

Einjährige und ausdauernde Kräuter, Sträucher und Bäume. Die Laubblätter sind in betreff ihrer Form ungemein mannigfaltig, entbehren aber stets der Nebenblätter. Der Blütenstand ist eine Cyme oder ein Köpfchen. Die Blüten sind aktinomorph und zygomorph, zwitterig, scheinzwitterig, einhäusig und zweihäusig. Die Blumenblätter sind in Kelch und Krone geschieden. Der Kelch ist zwei- bis fünfgliederig. Der den unterständigen Fruchtknoten krönende Kelchsaum erscheint in Form von Federn, Borsten, Schuppen, Zähnen, Schwielen und häutigen Säumen ausgebildet und entbehrt des Chlorophylls. Die Krone ist vier- bis fünfgliederig. Die Kronenblätter sind miteinander verwachsen. Die unterständige Fruchtanlage wird aus 2—3 zu einem einzigen Stempel verwachsenen Fruchtblättern gebildet. Der Fruchtknoten enthält nur ein ausgebildetes Fach und in diesem nur eine Samenanlage (s. Abbildung, S. 68, Fig. 5). Das Andröceum besteht aus 1—5 Pollenblättern. Die fadenförmigen Träger der Antheren sind am Grunde mit der Kronenröhre verwachsen. Die Frucht ist eine einfächerige, einsamige Schließfrucht (Achenium, s. S. 422).

Die diesem Stamme angehörenden Gewächse zeigen der Mehrzahl nach krautartigen Wuchs; einige Synantheraceen sind strauchartig (z. B. Bacharis) und baumförmig (z. B. Vanillosmopsis, Lychnophora). Mehrere Valerianaceen und Synantheraceen, z. B. die Dahlien und die Topinambur (Dahlia variabilis und Helianthus tuberosus), sind durch unterirdische Knollenbildungen ausgezeichnet. Der Blütenstand der Valerianaceen ist eine reichverzweigte Cyme (s. S. 303, Fig. 1). Auch die Blüten der Dipsaceen sind cymatisch gruppiert, aber die Cymen sind gewöhnlich zu Köpfchen vereinigt (s. S. 120, Fig. 5). Bei einigen Gattungen, so namentlich Morina, erscheinen sie in ähnlicher Weise wie bei den Lippenblütlern als gegenständige Büschel angeordnet. Die Blüten der Synantheraceen sitzen auf dem Ende einer verdickten, kegelförmigen, halbkugeligen oder auch abgeplatteten und flachen Achse, sind schraubig gestellt und zu Köpfchen vereinigt (s. S. 243). In vielen Fällen entspringen sie aus den Achseln schuppenförmiger Blättchen („Spreublättchen“), oder es ist ihre Ursprungsstelle von Borsten umgeben. Nicht selten erheben sie sich aus kleinen Grübchen, und dann erscheint die Achse nach dem Abfallen der Blüten, beziehentlich der Früchte „grubig punktiert“. Die Zahl der in ein Köpfchen vereinigten Blüten ist sehr verschieden. Bei manchen Arten sind mehrere hundert Blüten dicht zusammengedrängt, bei der Gattung Adenostyles und Eupatorium (s. Abbildung, S. 318, Fig. 1) umfaßt ein Köpfchen nur wenige Blüten, und bei Echinops ist die Zahl der Blüten eines Köpfchens auf eine beschränkt. Die aus zahlreichen gehäuften Deckblättchen gebildete Hülle der köpfchenförmig vereinigten Blüten wird mit einem kleinen Korbe verglichen, und daher schreibt sich der für die Synantheraceen häufig gebrauchte deutsche Name Korbblütler. Die Gestalt dieser Hüllblättchen ist außerordentlich mannigfaltig. Bei den Disteln sind ihre Spitzen in Stacheln umgewandelt; bei den Arten der Gattung Xeranthemum, Helichrysum zc. sind sie papierartig oder pergamentartig, trocken und durch weiße, gelbe, violette und rote Farben ausgezeichnet. Sie behalten diese Eigenschaften unverändert auch im getrockneten Zustande und eignen sich dadurch zur Herstellung unverwelklicher Sträuße und Kränze. Diese unter dem Namen Immortellen bekannten Korbblütler spielen allenthalben als Symbole der Unveränderlichkeit und Unsterblichkeit und als Erinnerungszeichen eine hervorragende Rolle. Ausnehmend reich an solchen Immortellen ist insbesondere das Kapland, und eine Art (Helichrysum eximium) erscheint auf der Tafel „Immortellen und Kristallkräuter der Kapflora“ bei S. 185 abgebildet. Auch das Edelweiß (Gnaphalium

Leontopodium; s. Abbildung, Band I, S. 291) kann als Immortelle angesehen werden, wenngleich hier die unteren Deckblätter nicht selbst trockenhäutig, sondern nur mit trockenem, weißem Haarfilze bedeckt sind. Bei manchen Arten sind die Köpfchen selbst wieder zu Köpfchen oder Knäueln vereinigt. Eins der auffallendsten hierher gehörigen Beispiele bieten die auf S. 184 abgebildeten Arten der Gattung Haastia. Bei der Gattung Echinops sind sehr zahlreiche einblütige Köpfchen zu kugeligen, meistens stahlblauen Köpfen vereinigt. Die Blütenköpfchen machen häufig den Eindruck von Einzelblüten, und in früherer Zeit wurden sie von den Botanikern als zusammengesetzte Blüten (flores compositae) angesprochen. Der Name Kompositen schreibt sich aus jener Zeit her. Bei manchen Arten, z. B. der Sonnenblume (Helianthus annuus), erreichen die Blütenköpfchen den Durchmesser von 40 cm. An den aktinomorphen Blumenkronen ist eine Röhre und ein glockenförmiger, fünfteiliger Saum zu unterscheiden (s. Abbildung, S. 359, Fig. 1—3). Die zygomorphen Blüten sind zweilippig, in welchem Falle die Oberlippe aus ein oder zwei und die Unterlippe aus vier oder drei Blättern gebildet wird, oder sie sind zungenförmig, in welchem Falle die Röhre sehr verkürzt ist, und das freie Ende der Zunge fünf Zipfel oder Zähne erkennen läßt (s. S. 112, Fig. 4, und S. 234, Fig. 3). Die Krone der Valerianaceen ist gewöhnlich einseitig ausgesackt. Die Aussackung ist bei der Gattung Valeriana kurz und stumpf (s. Abbildung, S. 289, Fig. 3); bei der Gattung Centranthus bildet sie einen langen, dünnen, spitzen Sporn (s. S. 240, Fig. 2, und S. 303, Fig. 2, 3). Bei den Ambrosiaceen sind Blumenkrone und Kelch verkümmert und werden durch zwei miteinander verwachsene Hüllblätter ersetzt. In den Köpfchen der Synantheraceen sind die Blüten mit röhrenförmigen, zungenförmigen und zweilippigen Blumenkronen in der mannigfaltigsten Weise gruppiert. Selten kommt es vor, daß sämtliche Blüten eines Köpfchens röhrenförmige Kronen tragen (z. B. Eupatorium; s. S. 318, Fig. 1); viel häufiger sind jene Fälle, wo sämtliche Blüten eines Köpfchens zungenförmige Kronen besitzen (z. B. Hieracium; s. S. 112, Fig. 5), und in den meisten Fällen sind die Blüten in der Mitte des Köpfchens mit röhrenförmigen, jene am Rande mit zungenförmigen oder zweilippigen Kronen versehen (s. Abbildung, S. 356, Fig. 1). Die Verteilung der Geschlechter wurde auf S. 294—297 und S. 317—321 besprochen. Bei den Synantheraceen sind die Antheren der fünf Pollenblätter zu einer Röhre verbunden, und daher rührt auch der für diese Familie gebrauchte Name Synantheraceen. Die Pollenblätter der Ambrosiaceen, Dipsaceen und Valerianaceen sind an den Antheren nicht verwachsen. Das Andröceum der Dipsaceen besteht meistens aus vier, jenes der Valerianaceen meistens aus drei Pollenblättern (s. Abbildung, S. 289, Fig. 3); die Gattungen Morina und Fedia besitzen zwei, die Gattung Centranthus nur ein Pollenblatt in jeder Blüte (s. S. 203, Fig. 2 und 3). Über den Pollen der Synantheraceen vgl. S. 99. Die Fruchtanlage der Valerianaceen wird aus drei Fruchtblättern gebildet und ist ursprünglich dreifächerig, aber zwei Fruchtblätter, beziehentlich die von ihnen gebildeten Fächer, verkümmern, und nur das dritte Fach kommt zur Entwickelung. Die Fruchtanlage der anderen Familien ist vom Anfange an nur einfächerig. Die Samenanlage und der aus derselben hervorgehende Same ist bei den Dipsaceen und Valerianaceen hängend (s. Abbildung, S. 174 und 240, Fig. 2), bei den Ambrosiaceen und Synantheraceen grundständig (s. S. 68, Fig. 5). In den meisten Fällen bleibt der Kelch mit der ausreifenden Frucht verbunden und gestaltet sich zu einem Kranze von Federn, Borsten und Haaren, welcher „Pappus“ genannt wird (s. S. 426), oder er bildet einen häutigen Saum. Auf die Bedeutung dieser Gebilde wird in einem späteren Kapitel die Rede kommen. Bei den Ambrosiaceen und Dipsaceen wird die Frucht von einer sackartigen, als „Außenkelch“ angesprochenen Hülle umgeben. Die Acheniophoren sind über alle Weltteile verbreitet, gedeihen sowohl in den Tropen als im arktischen Gebiete, werden am Strande des Meeres und am

Rande der Gletscher in den Hochgebirgen, in Sümpfen und auf dürrem Felsboden, in schattigen Wäldern und auf sandigen Steppen angetroffen. Die größte Zahl beherbergt die nördliche gemäßigte Zone. Im Himalaja finden sich mehrere Synantheraceen in der Seehöhe von 4500 m. Fossile Reste wurden in den Ablagerungen der mesozoischen und tertiären Periode, allerdings nur spärlich, gefunden. Die Zahl der jetzt lebenden, bisher ermittelten Arten beträgt ungefähr 10,700.

4. Verbreitung und Verteilung der Arten.

Inhalt: Die Verbreitung der Arten mittels Ableger. — Die Verbreitung der Arten mittels Früchte und Samen. — Verbreitungsgrenzen. — Pflanzengenossenschaften und Floren.

Die Verbreitung der Arten mittels Ableger.

Wenn sich im dunkeln, feuchten Keller der gefürchtete Thränenschwamm über die breiten Flächen von Holzwerk unbehindert ausbreiten kann, so bietet sein Mycelium ein ganz eigentümliches Aussehen dar. Um ein dunkles Mittelfeld aus morschem, zerklüftendem und zerfallendem Holze gruppieren sich im Kreise weiße Flecke, deren Außenrand einen Halbbogen bildet, während sich ihr Innenrand mit einer undeutlichen Linie von dem Mittelfelde abgrenzt. So war es aber nicht zu allen Zeiten. Was jetzt als zerstörtes und zerbröckelndes Mittelfeld erscheint, war früher von der ersten Ansiedelung des Myceliums überwuchert, und diese bildete damals ein zusammenhängendes Netzwerk aus Mycelfäden, welches dem freien Auge als ein einziger rundlicher, weißer Fleck erschien. Von der Peripherie dieses Fleckes krochen die Mycelfäden strahlenförmig nach allen Seiten aus, und in dem Maße, als der weiße Fleck an Umfang zunahm, ward sein Mittelfeld wieder dunkel. Die Mycelfäden hatten die Stellen der ersten Ansiedelung verlassen, sie waren dort abgestorben, und das von ihnen zerstörte Holzwerk erschien nun entblößt als dunkles Mittelfeld eines weißen Ringes. Mit der fortschreitenden Erweiterung wurde endlich der Ring stellenweise getrennt, und er gestaltete sich allmählich zu einem Kranze aus isolierten Mycelien, oder mit anderen Worten, aus einem Mycelium war infolge der ausstrahlenden Wachstumsweise eine Gruppe getrennter, im Kreise geordneter, voneinander unabhängiger Mycelflecke geworden.

Diese Ring- und Kranzbildung infolge des ausstrahlenden Wachstums zeigt unter günstigen Verhältnissen auch das im Moder des Waldbodens und im Humus der Wiesen unterirdisch wuchernde Mycelium der Boviste, vieler mit den Morcheln verwandter Pilze und insbesondere zahlreicher Blätterschwämme. Ist es auch nicht möglich, dieses unterirdische Wachstum unmittelbar zu sehen, so wird dasselbe doch in seinen Erfolgen dadurch leicht erkennbar, daß sich von den getrennten, in einem Kreise um den Ausgangspunkt herumstehenden Teilen Sporenträger über die Erde erheben. Diese Sporenträger stehen dann in großer Zahl in regelmäßigen Kreisen geordnet zwischen Moos in der Waldestiefe oder zwischen Gras auf den Wiesenflächen und treten insbesondere dann, wenn die Farbe derselben mit der Umgebung kontrastiert, recht deutlich hervor. Die Abbildung auf S. 718 zeigt solche Ringe, welche von dem Schlauchpilze **Spathularia flavida** gebildet werden. Das unterirdisch wuchernde Mycelium dieser **Spathularia** übt auf die Pflanzen der unmittelbaren Nachbarschaft keinen nachteiligen Einfluß; wenigstens ist an den Moosen, Gräsern



Hexenringe auf einer Wiese bei Trins in Tirol, gebildet von dem Schlauchpilze Spathularia flavida. Vgl. Text, S. 717.

und Kräutern, welche dort den Wiesenteppich zusammensetzen, keinerlei Siechtum zu bemerken, sie sind außerhalb und innerhalb des Kreises von gleicher Frische und Üppigkeit. Anders verhält es sich auf den Wiesen, wo sich Blätterschwämme aus der Gattung Marasmius und insbesondere der Mairaßling, Tricholoma gambosum, angesiedelt haben. Die Gewächse der Wiese, deren Wurzeln und Wurzelstöcke von dem Mycelium dieser Blätterschwämme durchsetzt waren, sterben ab, und es werden dann die betreffenden Stellen an dem Welkwerden und Abdorren der über die Erde ragenden grünen Pflanzenteile leicht erkannt. Man ist beim Anblicke solcher Stellen versucht, zu glauben, daß dicht unter der Rasendecke die Reste alter Ringmauern liegen, und daß unter dem Einflusse der Sonnenstrahlen der Rasen so weit abgedorrt ist, als die Steine des unterirdischen Mauerwerkes reichen. Gräbt man aber nach, so überzeugt man sich von der Grundlosigkeit dieser Mutmaßung. Dagegen sieht man, daß der Humus und die Pflanzenwurzeln an diesen Stellen von dem Mycelium der genannten Schwämme ganz durchsetzt und umsponnen sind. Am auffallendsten treten die braunen und grauen ring- und bogenförmigen Streifen auf den Wiesen dann hervor, wenn neben jedem derselben ein parallel laufender Streifen von besonders hellem Grün sichtbar wird, was dadurch zu stande kommt, daß sich an allen jenen Stellen, die von dem in zentrifugaler Richtung fortwachsenden Mycelium verlassen wurden, nach zwei Jahren neuerdings Pflanzen ansiedeln, aber merkwürdigerweise nicht dieselben Arten, welche dort in den vorhergehenden Jahren getötet wurden, sondern Kräuter und Gräser, für welche die 1—2 Jahre hindurch verödeten Stellen einen besonders geeigneten Nährboden bilden. Die Wurzeln und Wurzelstöcke der von dem Mycelium getöteten Pflanzen sind nämlich inzwischen verwest, auch die Reste des Myceliums und die Sporenträger sind in Verwesung übergegangen, der Boden wurde dadurch gewissermaßen gedüngt, und es gedeihen auf ihm nun am besten Gewächse, welche auch sonst sich auf brachgelegenem Erdreiche einstellen. Diese wachsen mit üppigen Stengeln und Blättern empor, und so kommt es, daß an der inneren Seite eines jeden graubraunen verödeten Streifens ein parallellaufender hellgrüner Streifen zur Entwickelung kommt.

Der Landbevölkerung, zumal in jenen Gegenden, wo der Wiesenbau im Wirtschaftsbetriebe eine wichtige Rolle spielt, ist diese Erscheinung längst aufgefallen. Dieselbe wird mit dem Einflusse von Gespenstern, Hexen und Elfen in Zusammenhang gebracht, woher sich auch der Name Hexenringe, Alberringe und Elfenringe schreibt. In Oberösterreich gelten diese öden, ausgedorrten Flecke als die Tummelplätze der Hexen, und es wird insbesondere die Walpurgisnacht (1. Mai) als diejenige Zeit bezeichnet, in welcher die Hexenringe entstehen. In Tirol, wo man die ausgebrannten kreisförmigen Plätze und halbkreisförmigen Streifen Alberringe nennt, geht die Sage, daß um Martini (11. November), insbesondere aber zur Zeit des regelmäßigen Sternschnuppenfalles um den Laurentiustag (10. August), der Alber, ein Drache mit feurigem Schweife, über die Wiesen dahinfahre, und es ist unverkennbar, daß die Sternschnuppen mit dem feurigem Schweife des Alber in Zusammenhang gebracht werden. Der Alber haust in einem Loche zwischen den Felsen, jedes Jahr wandert er zur angegebenen Zeit aus und fliegt über das Thal in ein anderes Loch, dabei macht er einen großen Bogen und streift mit seinem Schweife den Wiesengrund. An den gestreiften Stellen wird das Gras so arg versengt, daß mehrere Jahre nichts darauf wächst; erst nach sieben Jahren gedeiht es dort wieder, und zwar fetter und üppiger als früher. In Schweden nennt man diese ausgedorrten Stellen auf den Wiesen und Weiden Elfenringe und Elfengänge und glaubt, daß dort Elfen[1] ihre nächtlichen Wanderungen ausführen, ihre Spiel- und Tanzplätze haben und das Gras durch Niedertreten verderben.

[1] Alber, Alb, Elf ist auf dieselbe Wurzel zurückzuführen.

Die Menschen dürfen diese Plätze nicht betreten, sonst werden sie von einer Krankheit befallen, die man „Elfenbläster“ nennt, und welche insbesondere die Kinder großer Gefahr aussetzt.

Weit seltener als die unterirdisch wuchernden Mycelien der genannten Schwämme sind an der Bildung von Hexenringen Pflanzenstöcke mit unterirdischen Rhizomen und Stocksprossen beteiligt. Namentlich können einige Korbblütler (Petasites niveus und officinalis, Arnica Chamissonis, Achillea Millefolium), Lippenblütler (Betonica grandiflora, Mentha alpigena), Schwertlilien (Iris arenaria und Pallasii), Gräser, Seggen und Simsen (Hierochloa borealis, Sesleria coerulea, Carex Schreberi, Juncus trifidus) aufgeführt werden, welche, wenn die Verhältnisse des Bodens entsprechen, ohne irgend eine Mithilfe von Pilzen zur Bildung von ringförmig und kranzförmig geordneten Teilstöcken gelangen. Die Wachstumsweise dieser Pflanzen ist ähnlich jener des Thränenschwammes. Junge Stöcke erscheinen mit dicht zusammengedrängten Sprossen; diese strecken sich aber nach mehreren Seiten vor und sterben gleichzeitig von hintenher ab. Dadurch entsteht an dem Punkte der ersten Ansiedelung ein öder Fleck mit abgedorrten Resten, welche die Ansiedelung anderer Gewächse nicht leicht zulassen, und dieser Fleck ist von einem Kranze getrennter, lebenskräftiger Sprosse eingefaßt. Sind diese Sprosse sehr zahlreich, schließen sie auch nach erfolgter Trennung noch dicht zusammen und ist ihr jährlicher Zuwachs nur ein geringer, so dauert es sehr lange, bis sich ein deutlicher Ring bildet; dieser ist dann aber um so schöner und so auffallend, daß er auch von dem flüchtigsten Beobachter nicht übersehen werden kann. Es gilt dies vorzüglich von den oben genannten grasartigen Gewächsen und unter diesen wieder insbesondere von dem blauen Berggrase (Sesleria coerulea), welches als ringbildende Pflanze in Schweden sogar eine gewisse Berühmtheit erlangt hat. Dasselbe heißt dort nämlich im Volksmunde elf dansar, und es ist im Lande der Glaube verbreitet, daß die Elfen an den Orten, wo die Ringe aus diesem Grase gebildet werden, mit besonderer Vorliebe ihre nächtlichen Tänze abhalten.

Selbstverständlich werden schöne Ringe durch die genannten Pflanzen nur dann gebildet, wenn von den Knospen der unterirdischen Stengelglieder die vordersten, das sind jene, welche den Abschluß der strahlenförmig auswachsenden Stocksprosse oder Rhizome bilden, zur weiteren Entwickelung kommen, während die an den Zwischengliedern angelegten zu Grunde gehen, welches Verhältnis unter Umständen, zumal durch Störungen und Behinderungen des Wachstums der endständigen Knospen, auch verschoben werden kann. Auf steinigem, unebenem Boden kommt es darum auch weit weniger zur Bildung von Hexenringen als auf gleichmäßig gemengtem, ebenem Erdreiche, und die geeignetsten Gelände für diese Art der Hexen- oder Alberringe sind Wiesen, welche sich über die Plattform eines Bergrückens oder über gleichmäßig aufgeschichtetes Erdreich flacher Thalsohlen ausbreiten.

Wenn man Stöcke der hier besprochenen Gewächse auf ebenem Boden in gutes Erdreich im Garten pflanzt, und zwar an Stellen, wo ihrer Ausbreitung nach keiner Seite ein Hindernis entgegensteht, so bilden sich auch da binnen weniger Jahre die geschilderten Ringe und Kränze aus. Aber trotzdem dürften nur wenige in die Lage gekommen sein, dieses Schauspiel in Gärten zu sehen. Das hat seinen Grund darin, daß die Gärtner, zumal die Ziergärtner, es gar nicht zur Ringbildung kommen lassen, weil sie die Ausbildung eines verödeten Mittelfeldes für unschön und das Bestehenlassen eines Ringes für das Anzeichen einer nachlässigen Beaufsichtigung des Gartens halten. Ich wurde hierauf vor vielen Jahren im botanischen Garten zu Innsbruck aufmerksam gemacht. In diesem Garten werden die ausdauernden Stauden in besonderen Beeten nebeneinander kultiviert, und es ist dort jeder Art nur ein beschränkter Raum zugewiesen. Sobald der Frühling gekommen war, begab sich der Gärtner zu den festgestellten Standplätzen gewisser Arten, um, wie

er sagte, die davongelaufenen Pflanzen einzufangen. An den Stellen, wo im verflossenen Jahre die **Mentha alpigena** gestanden hatte, waren zwar heuer noch einige verdorrte Stummel, aber kein einziger lebendiger Stockspross in der Erde zu finden. Dagegen kamen überall im Umkreise des für diese Minzenart bestimmten Raumes in den Nachbarbeeten und auch auf den zwischen den Beeten sich hinziehenden Wegen die Stocksprosse mit ihren Spitzen über die Erde hervor. Diese Stocksprosse wurden nun ausgegraben und an der verlassenen Stelle in die Erde gepflanzt. Alljährlich oder alle zwei Jahre wurde dieses Einfangen der Flüchtlinge wiederholt, und zwar nicht nur bei der genannten Minze, sondern auch bei mehreren anderen Staudenarten, wie namentlich bei **Achillea asplenifolia** und **tomentosa**, **Betonica grandiflora** und **Lysimachia thyrsiflora**.

Von oberirdisch sprossenden Pflanzen sind als Ring- und Kranzbildner fast ausschließlich Schimmelpilze, Flechten und Moose bekannt. Der auf der Fruchtschale von Orangen, Äpfeln und Birnen sich einnistende Schimmel **Penicillium glaucum** erscheint kurz nach der Ansiedelung als Punkt, später als kreisrunder Fleck und endlich als deutlicher, ein braunes, fauliges Mittelfeld umrandender Kranz. Der Punkt und der Fleck bestehen aus netzförmig verketteten Zellen, welche sich gegenseitig unterstützen und ein Ganzes bilden, der Kranz dagegen aus zahlreichen Hyphengeflechten, welche sich gesondert haben und voneinander unabhängig geworden sind.

Von den kranzbildenden Flechten fallen jene am meisten in die Augen, deren getrennte, in einem Kreise oder Halbkreise geordnete Teile sich durch ihre Farbe von der Unterlage abheben. Besonders sind in dieser Beziehung die weiße, von dem dunkeln Schiefergesteine sich abhebende **Parmelia conspersa** und die safrangelben, weithin sichtbaren Arten **Amphiloma callopisma** und **Gasparrinia elegans** bemerkenswert. Die dunkel olivengrünen, im ausgetrockneten Zustande schwarzen Gallertflechten, namentlich **Collema multifidum** und **pulposum**, bilden auf dem hellen Grunde der Kalkfelsen nicht selten Kränze, so regelmäßig, als ob man sie mit dem Zirkel vorgezeichnet hätte; und einen besonders zierlichen Anblick gewährt die gelbrote kleine **Physcia cirrochroa**, wenn sie auf den ebenen Flächen steiler Kalkfelsen an Hunderten von Punkten sich angesiedelt und strahlenförmig ausgebreitet hat. Man könnte glauben, es habe jemand mit einem Pinsel kleine, gelbrote Kränze hingemalt. Auch an die vom Strahle der untergehenden Sonne an den Rändern geröteten Lämmerwolken am abendlichen Himmel wird man erinnert und irre ich nicht, so hat diese Flechte mit Rücksicht auf diesen Vergleich auch ihren Namen erhalten.

Von Lebermoosen und Laubmoosen sind es insbesondere **Frullania dilatata**, **Radula complanata**, **Amblystegium serpens**, **Anomodon viticulosus** und **Hypnum Halleri**, welche, wenn sie an ebenen Flächen steiler Felswände und auf der Borke alter Baumstämme wachsen, Ringe und Kränze bilden. Zur Zeit der ersten Ansiedelung werden sie wegen ihrer Kleinheit kaum bemerkt; sie breiten sich aber sehr rasch aus, und zwar so, daß ihre Stämmchen der Unterlage fest angeschmiegt bleiben, sich gabeln und strahlenförmig nach allen Seiten auswachsen. Die ganze Pflanze ist nun schon von einiger Entfernung als ein grünlichgelber oder braungrüner Fleck mit nahezu kreisförmigem Umrisse zu erkennen. Indem das Wachstum in der angegebenen Weise an der Peripherie der tapetenartig dem Gesteine oder der Borke aufliegenden Moospflanze fortschreitet, und in dem Maße, als dort die Gabelästchen sich vermehren, sterben die älteren Teile in der Umgebung des ersten Ansiedelungspunktes aus, vertrocknen, zerfallen und werden als Staub durch die Lüfte entführt, so daß dort wieder nackter Fels oder entblößte Borke zum Vorscheine kommt. Dadurch sind aber jetzt aus der einen Moospflanze 5, 10, 20 Moospflanzen geworden, welche wie ein Kranz das entblößte Mittelfeld umgeben. Dieser Kranz erweitert sich von Jahr zu Jahr, endlich kommt es dahin, daß er durch Lücken unterbrochen wird, und man sieht dann, mehr als

eine Spanne weit von der ursprünglichen Ansiedelungsstelle entfernt, die genannten Moose in 20 und mehr Exemplaren in kreisförmiger Anordnung der Unterlage angepreßt.

Damit die in den vorhergehenden Zeilen geschilderte ring- und kranzförmige Anordnung der Ableger zu stande komme, ist es notwendig, daß die zuerst angesiedelte Pflanze vertrocknet und verwest, daß auch die strahlenförmig von ihr ausgegangenen Sprosse von hintenher um so viel absterben, als sich ihre fortwachsenden Spitzen von dem Mittelpunkte der ganzen Ansiedelung entfernt haben, und daß sich endlich auf dem ausgestorbenen Mittelfelde für einige Zeit keine neue Ansiedelung von seiten der betreffenden kranzbildenden Pflanzenart breit macht. Diese Bedingungen sind nur verhältnismäßig selten erfüllt, und daher kommt es, daß die Ring- und Kranzbildung nichts weniger als häufig ist.

Viel öfter kommt es vor, daß die den Ausgangspunkt für einen Bestand bildende Pflanze, nachdem sie kriechende Zellfäden, Ausläufer, Stocksprosse und dergleichen nach allen Weltgegenden ausgesendet hat, nicht zu Grunde geht, sondern in der Mitte ihrer abgeschiedenen Sprößlinge noch lebendig und thätig bleibt, ja sogar von Jahr zu Jahr neue Triebe nachschiebt. Ebenso kommt es vor, daß die abgeschiedenen Sprößlinge die Wachstumsweise ihrer Mutterpflanze wiederholen, d. h. ebenso wie diese, wenn auch vielleicht weniger regelmäßig, nach allen Seiten austreiben, wobei es unvermeidlich ist, daß ein Teil der jungen Triebe wieder auf das entblößte Mittelfeld zurückkommt und sich dort ansiedelt, wo die erste Mutterpflanze gestanden. Auch der folgende Fall wird beobachtet: Von einem Stocke gehen alljährlich nur nach einer Seite, sagen wir gegen Süden, ein paar wagerechte Triebe aus; die Knospen derselben werden nach Jahr und Tag zu selbständigen Stöcken, und jeder dieser Stöcke sendet wieder einige wagerechte Triebe nach Süden aus. Im Laufe einiger Jahre sind durch diese Ablegerbildung 20—30 Stöcke entstanden, welche von dem ersten Ausgangspunkte je nach der Länge der Triebe mehr oder weniger weit entfernt stehen. In allen diesen Fällen sind die Ableger nicht ring- und kranzförmig um ein leeres Mittelfeld gruppiert, sondern erscheinen *zeilenförmig* und *truppweise* angeordnet. *Zeilen* nennen wir nämlich Bestände, deren einzelne Pflanzen sich in Reihen ordnen, und von einem *Trupp* sprechen wir, wenn die auf den gleichen Ursprung zurückzuführenden Pflanzen über einen nahezu kreisrunden Fleck des Bodens verteilt sind, und zwar so, daß zwischen ihnen deutliche Abstände sichtbar sind.

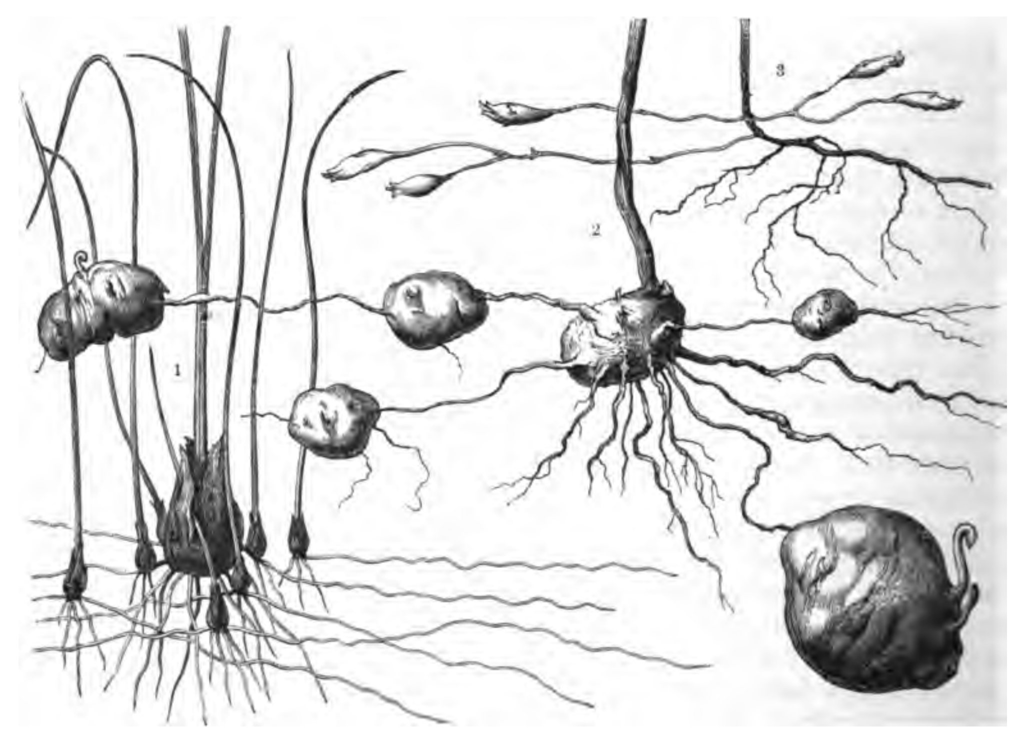
So wie die ring- und kranzförmigen Bestände, bilden sich auch die zeilen- und truppförmig gruppierten Ableger bald unterirdisch, bald oberirdisch aus. Aus den unter der Erde und im Moder abgestorbener Holzstämme flach verlaufenden Mycelfäden mehrerer Pilze erheben sich die Sporenträger in streng linearer Anordnung. Auch aus den Rhizoiden und wagerecht verlaufenden unterirdischen Stämmchen einiger Laubmoose gehen sehr regelmäßige zeilenförmige Bestände hervor. *Am auffallendsten aber ist die durch wagerecht unter der Erde verlaufende Wurzeln veranlaßte Zeilenbildung.* Die Espe (Populus tremula), der Sanddorn (Hippophaë rhamnoides), der Bocksdorn (Lycium barbarum), der Himbeerstrauch (Rubus Idaeus), der Attich (Sambucus Ebulus), die Seidenpflanze (Asclepias Cornuti), verschiedene Arten der Gattungen Leinkraut (Linaria) und Wolfsmilch (Euphorbia) und noch zahlreiche andere Bäume, Sträucher und Stauden (s. S. 27) *erzeugen unter der Erde besondere, horizontal verlaufende Wurzeln, an deren oberer Seite Knospen angelegt werden. Die aus diesen Knospen hervorgehenden Sprosse erscheinen, nachdem die den gemeinsamen Ausgangspunkt bildende Wurzel abgestorben ist, als selbständige getrennte Stöcke.* Die Stöcke entsprechen in ihrer Anordnung natürlich dem Verlaufe der Wurzeln und sind zeilenweise gruppiert. Selbst nach Jahren ist an solchen Beständen die *zeilenförmige Anordnung der Ableger* noch zu erkennen. Bei bedeutender Länge der

knospenbildenden Wurzeln kommen die äußersten Ableger bisweilen in bedeutende Entfernung von der Mutterpflanze zu stehen. Von der Espe sah ich einzelne Ableger 30 Schritt von dem abgeholzten mütterlichen Stamme aus der Wurzel über die Erde emporgewachsen. Die Stämme der Seidenpflanze (Asclepias Cornuti) sprießen in Entfernungen von beiläufig 40 cm aus den tief unter der Erde wagerecht verlaufenden dicken Wurzeln empor, und auch an ihnen ist die zeilenförmige Anordnung mitunter recht deutlich zu sehen. Wenn dann von den einzelnen Ablegern neuerdings wagerechte Wurzeln ausgesendet werden, so verwischt sich nachträglich die Zeilenbildung mehr und mehr, und es entsteht ein lockerer, über weite Gelände ausgebreiteter Trupp. Mitunter sterben die älteren Teile des Bestandes ganz aus, und in dem Grade, als die Stöcke auf der einen Seite verdorren, wachsen jene auf der anderen Seite üppig empor. Es macht dann den Eindruck, als ob der ganze Trupp einige Schritt weit vorgerückt wäre. Namentlich an den Himbeersträuchern kann man diese Erscheinung sehr gut beobachten. Auf geeignetem Boden verschiebt sich ein Trupp Himbeersträuchern alljährlich um 2 Schritt, und nach 10 Jahren kann derselbe um 20 Schritt vorgerückt sein. Wenn Himbeerstöcke in die Nähe der Umfriedung eines Grundstückes längs eines Zaunes oder einer Hecke gepflanzt wurden, so kann es geschehen, daß nach 10 Jahren an der ursprünglichen Pflanzstätte kein einziger Himbeerstock mehr zu sehen ist, während sich jenseit des Zaunes, auf dem Grundstücke des Nachbars, eine Menge von Himbeerstöcken aus dem Boden erhebt.

Die zeilen- oder truppweise angeordneten Bestände, welche aus unterirdischen Knollen hervorgehen, haben folgende sehr einfache Geschichte: Nachdem sich an dem unterirdischen Triebe eines Pflanzenstockes ein Knollen vollständig ausgebildet hat, werden die dünnen, fadenförmigen Brücken, welche bisher der Stoffzuleitung dienten, unterbrochen, und zwar durch Verwesung und Zerfall des betreffenden Gewebes. Der so von dem Mutterstocke abgelöste neue Knollen treibt aus seinen Knospen nach Ablauf der nötigen Ruheperiode Stengel empor, welche oberhalb der Erde sich belauben und unter der Erde neuerdings Sprosse mit knollenförmigen Verdickungen ausbilden. Diese neuesten Knollen werden, nachdem sie sich abgelöst haben, wieder zum Ausgangspunkte für knollenbildende Pflanzenstöcke. So geht es fort und fort, bis nach einigen Jahren in der Umgebung der Stelle, wo der erste Knollen gelegen hatte, das Erdreich mit Hunderten getrennter Knollen durchspickt ist, und dem entsprechend oberirdisch auch ein Trupp von Hunderten getrennter, belaubter Stengel zum Vorscheine kommt. Es hängt natürlich von der Länge und Zahl der unterirdischen knollenbildenden Triebe ab, ob der Trupp ein gedrängter oder ein lockerer ist. An der Tobinambur (Helianthus tuberosus) sind die knollenbildenden Triebe kurz; dem entsprechend ist auch der Trupp gedrängt und breitet sich nur langsam über eine größere Bodenstrecke aus. Das Alpenhexenkraut (Circaea alpina, s. Abbildung, S. 724, Fig. 3) bildet kleine, längliche Knollen am Ende 6 cm langer Triebe, setzt deren etwa fünf im Umkreise des Mutterstockes ab, und jeder der neuen aus den Knöllchen hervorgehenden Stöcke wiederholt diese Ablegerbildung in denselben Abständen. Da 6 cm in anbetracht der Größe des Alpenhexenkrautes eine recht ansehnliche Länge bilden, erscheinen auch die Trupps dieses Krautes locker und breiten sich innerhalb weniger Jahre in weitem Umkreise aus. Ungemein ausgiebig ist die Knollenbildung von Thladiantha dubia, einer in Ostasien heimischen, kürbisartigen Pflanze, deren Ablegerbildung auf S. 724, Fig. 2 dargestellt ist. Man findet bei dieser Thladiantha an jedem Triebe eine ganze Reihe von Knollen ausgebildet, welche durch dünne, 4—8 cm lange Fäden verkettet sind. Meistens sind sie zu 5—10 aneinander gereiht, und eine solche Kette zeigt eine Länge von ungefähr 50 cm. Da aus jedem Knollen ein neuer Stock hervorwächst, und dieser unterirdisch wieder kettenförmig aneinander gereihte Knollen ausbildet, so vermag die Thladiantha binnen wenigen Jahren

ein Gebiet von 10 qm ganz zu besetzen und einen nicht nur dichten, sondern auch rasch an Umfang zunehmenden Trupp zu bilden.

Verhältnismäßig viele knollenbildende, zu truppförmigen Beständen auswachsende Pflanzen beherbergen die Sümpfe, zumal jene, welche einem großen Wechsel des Grundwasserstandes und in regenarmen Jahren der Gefahr des zeitweiligen Austrocknens ausgesetzt sind. Mehrere Laichkräuter (Potamogeton), so namentlich Potamogeton pectinatus, bilden an den wagerecht im Schlamme fortkriechenden Trieben eine große Anzahl kleiner Knöllchen aus; die knollentragende Binse (Scirpus tuberosus) bildet ähnlich wie das Alpenhexenkraut 5—6 unterirdische Sprosse, welche eine Länge von 10—15 cm besitzen, und deren



Pflanzen mit Knollen und Zwiebeln, deren Wachstumsweise zur Bildung zeilen- und truppweise angeordneter Bestände Veranlassung gibt: 1. Muscari racemosum. — 2. Thladiantha dubia. — 3. Circaea alpina. Vgl. Text, S. 723.

jeder mit einem Knollen von der Größe einer Kastanie abschließt, und da die aus diesen Knollen hervorwachsenden Stöcke dieselbe Ablegerbildung wiederholen, so erweitert sich der Umfang des truppförmigen Bestandes alljährlich um 20—30 cm. Eigentümliche Knollen entwickelt auch das seiner Blattform wegen berühmte, auf der Tafel bei S. 645 abgebildete Pfeilkraut (Sagittaria sagittifolia). Aus dem knotigen, im Schlamme geborgenen Stamme sprießen im Herbste Ausläufer hervor, deren Niederblätter nicht unähnlich jenen der Quecken in eine feste Spitze auslaufen. Zumal das vorderste Blatt, von welchem das knollig verdickte Ende das Ausläufers eingehüllt ist, zeigt eine starre Spitze und spielt die Rolle eines Erdbohrers, oder besser gesagt, Schlammbohrers, indem dasselbe für die bis zu 25 cm sich verlängernden Ausläufer den Weg bahnt. An dem ungefähr haselnußgroßen, knollig verdickten Ende des Ausläufers bildet sich eine kleine Knospe mit grünlichen, dicht übereinander liegenden Blättchen aus, welche samt den knollenförmigen Trägern sich den Winter über

frisch erhält, während der Stock, dem diese Ausläufer ihren Ursprung verdanken, abstirbt. Im darauffolgenden Frühlinge wächst nun jede der kleinen Knospen zu einem neuen Stocke aus, indem sie die Reservestoffe des ihr zur Unterlage dienenden Knollens verwertet, und an Stelle des zu Grunde gegangenen alten Stockes sieht man jetzt einen kleinen Trupp junger, getrennter Stöcke sich aus dem Schlamme erheben.

Sehr verbreitet sind die **zeilen- und truppweise angeordneten Bestände aus Ablegern, welche von unterirdisch verlaufenden Rhizomen und Stocksprossen ausgebildet werden.** Die in horizontaler Richtung sich verlängernden Rhizome und Stocksprosse bilden an ihrem wachsenden Ende und auch seitlich Knospen, und in dem Maße, als sie sich vorn gabeln und verteilen, sterben sie von rückwärts her ab, wodurch dann eine Trennung der einzelnen Sprosse stattfindet. Es gehören hierher mehrere Arten der Gattungen Zahnwurz (Dentaria), Windröschen (Anemone), Quecke (Agropyrum), Minze (Mentha), Schafgarbe (Achillea), Weidenröschen (Epilobium), Pestwurz (Petasites) und der auf der Tafel bei S. 651 abgebildete „Waldmeister (Asperula odorata) im Buchenwalde". In betreff der Länge zeigen die unterirdischen ablegerbildenden Sprosse dieser Pflanzen eine weitgehende Verschiedenheit, welche durch die hier eingeschaltete Tabelle eine übersichtliche Darstellung findet.

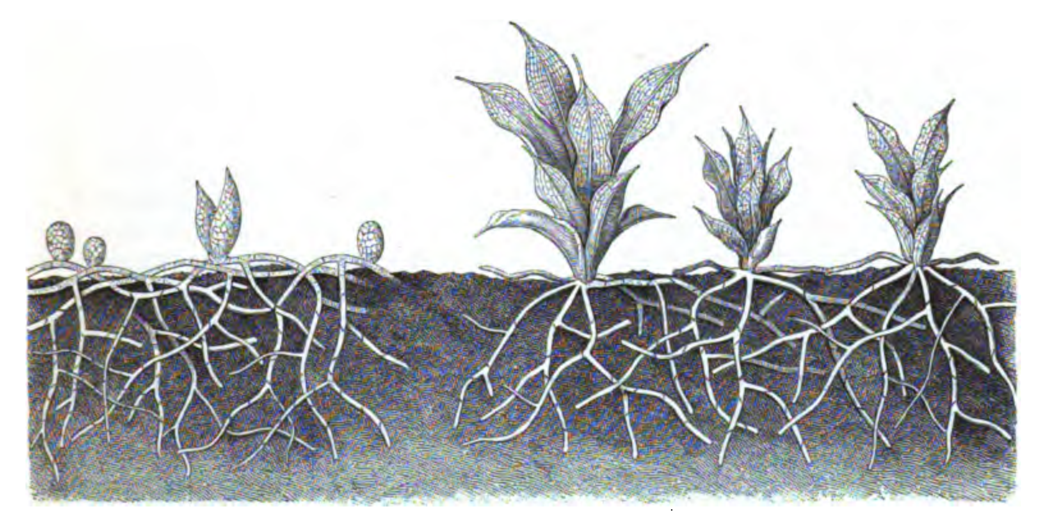
	Zentimeter		Zentimeter		Zentimeter
Anemone ranunculoides	5—10	Epimedium alpinum	15—20	Hierochloa borealis	35—45
Monarda fistulosa		Silene alpestris		Urtica dioica	
Melissa officinalis		Mentha viridis		Carex pilosa	
Origanum vulgare		Asperula odorata	20—25	Glaux maritima	45—55
Achillea Millefolium	10—15	Mentha piperita		Arnica Chamissonis	
Equisetum arvense		Rubia tinctorum		Daphne Philippi	
Asperula taurina		Senecio Fuchsii		Senecio fluviatilis	55—60
Oxalis corniculata		Mercurialis perennis	25—30	Tussilago Farfara	60—75
Betonica grandiflora		Mentha crispa		Solidago canadensis	
Tanacetum Balsamita		Agropyrum repens		Petasites niveus	75—85
Aster salignus		Aegopodium Podagraria		Mentha alpigena	
Dentaria glandulosa	15—20	Convolvulus arvensis	30—35	Nardosmia fragrans	85—100
Carex arenaria		Saponaria officinalis		Epilobium angustifolium	
Juncus arcticus		Potentilla bifurca	35—45	Petasites officinalis	100—150

Diese Zahlenangaben beziehen sich nicht auf die Länge eines einzelnen Stengelgliedes, sondern auf die Länge des ganzen jährlichen unterirdischen Stocksprosses, der aus ziemlich zahlreichen Gliedern zusammengesetzt sein kann. So z. B. zeigt der unterirdische Jahrestrieb der Doldenpflanze Aegopodium Podagraria acht Glieder, von welchen die dem Ausgangspunkte zunächst gelegenen die längsten, die am äußersten Ende entstandenen die kürzesten sind.

Wie bei den aus unterirdischen Wurzeln und aus Knollen entstandenen zeilen- und truppweise angeordneten Beständen, hängt auch bei jenen, welche aus Rhizomen und Stocksprossen hervorgehen, die Schnelligkeit der Ausbreitung und der Umfang der Bestände von der Länge der Jahressprosse und auch davon ab, ob der Boden, wo sich die Bestandbildung vollzieht, der Ausbreitung der Ableger günstig ist oder nicht. In den Holzschlägen und an den Flußufern entwickeln sich mehrere der hierher zu zählenden Pflanzen, wie z. B. das Land-Reitgras (Calamagrostis Epigeios), das schmalblätterige Weidenröschen (Epilobium angustifolium), die nordamerikanischen Goldruten und Rudbeckien (z. B. Solidago Canadensis und Rudbeckia laciniata), in überraschend kurzer Zeit, und diese haben noch die Eigentümlichkeit, daß an den Stellen, von denen sie Besitz ergriffen haben, alle andere Vegetation unterdrückt und verdrängt wird. Von den Landwirten wird dieser Umstand insofern auch praktisch ausgenutzt, als man gewisse Gräser, welche zeilen- und truppweise angeordnete

Ableger bilden, zur Bindung lockeren Bodens, zumal des Flugsandes, verwendet. Indessen gibt es auch in dieser Abteilung Gewächse, welche allerwärts die Plage des Landwirtes sind, und deren Ansiedelung und Vermehrung mit allen möglichen Mitteln entgegengewirkt wird. Zu diesen gefürchteten Pflanzen, welche, auf Feldern und in den Gartenbeeten eingenistet, die dort gepflegten Pflanzen in ihrer Entwickelung beeinträchtigen, gehören z. B. die Quecke (Agropyrum repens), der Geißfuß (Aegopodium Podagraria), die große Brennessel (Urtica dioeca) und die Ackerkratzdistel (Cirsium arvense). Wenn diese sich irgendwo auf bebautem Boden angesiedelt und mit ihren Stocksprossen das Erdreich durchwuchert haben, so bleibt nichts anderes übrig, als den ganzen Grund aufzuwühlen und alle Stocksprosse sorgfältig zu entfernen. Leider ist auch diese mühsame Arbeit nicht jedesmal von dem angestrebten Erfolge begleitet, denn trotz der größten Sorgfalt kann es leicht geschehen, daß kleine Stückchen von Stocksprossen zurückbleiben, und diese bilden dann den Bildungsherd für eine neue Kolonie der wuchernden Unkräuter. In kurzer Zeit erscheint wieder ein neuer Bestand über dem mit so großer Mühe gereuteten Boden, und es ist ein neues Aufgraben und noch sorgfältigeres Reinigen des Bodens von nöten. Einen eigentümlichen Anblick gewähren diese truppweise angeordneten Bestände, wenn von den unterirdisch verlaufenden Stammbildungen Laubblätter ausgehen, deren große Spreiten von aufrechten, nahezu gleich langen Stielen getragen werden, wie das z. B. bei der Pestwurz (Petasites officinalis) und zahlreichen tropischen Aroideen (s. die beigefügte Tafel „Aroideen im brasilischen Urwalde") der Fall ist. Man sieht dann weite Strecken ausschließlich mit den üppigen großen Laubblättern überdeckt und jede andere Vegetation daselbst unterdrückt. Am großartigsten vollzieht sich übrigens die Ablegerbildung durch Stocksprosse und die Ausbildung truppweise angeordneter Bestände an dem gewöhnlichen Rohre (Phragmites communis). Auf geeignetem Boden angesiedelt, überzieht dasselbe in ununterbrochenem, unaufhaltsamem Zuge, alle anderen Pflanzen unterdrückend und verdrängend, die weitesten Gelände. An der unteren Donau sind manche Niederungen so dicht mit Rohr bestanden, daß man dort thatsächlich im Umkreise mehrerer Stunden außer Rohrhalmen nur noch einige wenige untergeordnete, physiognomisch nicht hervortretende Pflanzen zu sehen bekommt. Die bei S. 645 eingeschaltete, nach der von mir in dem genannten Gebiete angefertigten Aquarellskizze von Olof Winkler ausgeführte Tafel zeigt im Hintergrunde einen solchen Rohrbestand, in dessen Innerem keine andere Pflanze zu sehen ist. Nur am Rande des Röhrichtes, im Vordergrunde, erheben sich das Schilf (Typha latifolia), die Wasserviole (Butomus umbellatus) und das Pfeilkraut (Sagittaria sagittifolia), welche aber über kurz oder lang von den vordrängenden Ablegern des Röhrichtes auch überwuchert und aus dem Felde geschlagen werden. Dieses Rohr ist auch insofern interessant, als sich die Ablegerbildung bei demselben sowohl unter der Erde als unter Wasser vollziehen kann; und es ist gewissermaßen das Vorbild einer Gruppe von Pflanzen, welche vermöge ihrer amphibischen Natur bei der Umwandlung von wasserbedeckten in trockenes Gelände und bei der Besiedelung der in betreff des Wasserstandes großen Schwankungen unterliegenden Flußläufe eine wichtige Rolle spielen. Es genügt hier, auf die Süßgräser (Glyceria spectabilis und fluitans), den Rohrglanz (Phalaris arundinacea), die Schachtelhalme (Equisetum limosum und hiemale), die Wasserdolden (Phellandrium aquaticum, Berula angustifolia, Sium latifolium) und den zungenblätterigen Hahnenfuß (Ranunculus Lingua) hingewiesen zu haben. Übrigens zählen zu diesen mit Stocksprossen im Schlamme sich verbreitenden und dort Ableger bildenden Gewächsen auch echte Wasserpflanzen, wie z. B. die in Band I, S. 626 abgebildete Vallisneria, die Wasserriemen (Zostera), der Tannenwedel (Hippuris), die meisten Wasserranunkeln (Batrachium) und die Laichkräuter (Potamogeton). An diesen allen beobachtet man in betreff der Ableger- und Bestandbildung die größte Übereinstimmung.

Dagegen zeigen die zeilen- und truppweise angeordneten Bestände aus den Ablegern oberirdisch sich verbreitender Protonemafäden, Ausläufer, Schößlinge und kriechender Stämme eine kaum erschöpfend darzustellende Mannigfaltigkeit. Es ist das auch leicht begreiflich. An den im Lichte und in freier Luft wachsenden Pflanzenteilen sind die Vorgänge, welche sich an die Gestaltung knüpfen, bei weitem reicher an Abwechselung als an jenen, welche sich unter dem Wasser und unter der Erde entwickeln; oder vielleicht besser gesagt, oberirdisch bedingt die größere Verschiedenheit des Lichtes, der Feuchtigkeit und der Luft auch zahlreichere Modifikationen der Lebensvorgänge. Auch zeigt die Unterlage alle erdenklichen Abstufungen, stellt sich hier als beweglicher Flugsand, dort als schwere Lehmerde, an dem einen Orte als steile Felswand, an dem anderen als Borke eines alten Baumstammes dar, was für die Ablegerbildung nichts weniger als gleichgültig ist. Als einer der bemerkenswertesten oberirdisch sich abspielenden und zur Entstehung truppförmig



Durchschnitt durch ein von den Protonemafäden des Mooses Pottia intermedia durchsponnenes Gelände (vergrößert). Vgl. Text, S. 728.

gruppierten Ableger führenden Vorgänge ist jener hervorzuheben, welcher an dem Protonema der Moose beobachtet wird. Unter Protonema versteht man ein Gespinst aus Fäden, welches sich bald als lockeres, offenes Netzwerk, bald als dichter Filz über Fels, Lehm, Sand, Erde, Humus, Borke, morsches Holz ausbreitet, und von welchem einzelne Zellen zu Ausgangspunkten von Moosstämmchen werden. Man könnte dieses Protonema mit dem Gespinste von Erdbeerschößlingen vergleichen, welches sich auf gereutetem Boden in einem Holzschlage ausgebreitet hat. Wie aus den fadenförmigen, dem Boden aufliegenden Erdbeerschößlingen kleine Pflanzenstöcke emporsprießen, welche Stamm und Laub dem Lichte zuwenden und sich mit Wurzeln versehen, die in das Erdreich eindringen, ebenso gehen aus dem Protonema Moospflänzchen hervor, die sich unter rechtem Winkel von dem betreffenden grünen Fadenstücke erheben. Das grüne Gefäde des Protonemas stirbt ab, die Moospflänzchen sind nun getrennt und stehen als Trupp nebeneinander. Bei manchen Moosen hat es auch bei dieser truppförmigen Anordnung sein Bewenden, so namentlich bei den winzigen kleinen Laubmoosen, welche als Pottiaceen zusammengefaßt werden, und von welchen eine Art, Pottia intermedia, obenstehend abgebildet ist. Dieses Moos hat folgende merkwürdige Geschichte: Im Laufe der Zeit, wo die meisten anderen Pflanzen grünen, blühen und fruchten, erhält es sich mit Rhizoiden und einem Teile der Protonemafäden in der Erde eingebettet. Auch unzählige

ausgestreute Sporen dieses Mooses erhalten sich ruhend in der Erde, bis endlich die Periode der oberirdischen Entwickelung gekommen ist. Das ist aber seltsamerweise im Spätherbste der Fall, zur Zeit, wann die Laubhölzer ihre Blätter abgeworfen haben und Herbstnebel durch die kahlen Zweige der Bäume wehen. Da spinnen sich oberflächlich über das nackte, feuchtkalte Erdreich grüne Fäden, anfänglich anzusehen wie grüne Algenfäden; an diesen bilden sich kleine Knöspchen aus (s. Abbildung, S. 727, Fig. links), und aus diesen Knöspchen wachsen im Verlaufe weniger Wochen Moospflänzchen empor, welche nach dem allmählichen Welken und Zerfallen der verbindenden Fadenstücke selbständig werden, kugelige Sporengehäuse erzeugen, aus diesen die Sporen ausstreuen und danach welken und absterben. Diese Pflänzchen sind nur wenige Millimeter hoch, aber zu vielen Tausenden truppweise aneinander gereiht, bilden sie samtartige Überzüge über dem Erdreiche, die durch ihre smaragdgrüne Farbe um so mehr auffallen, als ringsum die letzten Reste von Gräsern und Kräutern sowie das abgefallene Laub der Bäume die fahlgelbe oder braune Farbe der Verwesung angenommen haben. Das in den Höhlen und Klüften der Schiefergebirge heimische Leuchtmoos (Schistostega osmundacea), welches im ersten Bande besprochen wurde, und dessen Protonema auf der Tafel bei S. 22 dargestellt ist, bildet gleichfalls aus den über dem lehmigen Boden in den Höhlen hinkriechenden grünen Fäden lockere Bestände von getrennten Moospflänzchen aus, die absterben, nachdem sie abgeblüht und Früchte gereift haben. Allerdings verläuft hier die Entwickelung nicht so rasch und auch nicht im Spätherbste wie bei Pottia intermedia. So wie an diesen beiden, kommt es auch an jenen Moosen, welche der Volksmund die Widerthone nennt (Pogonatum, Polytrichum), über die truppweise Anordnung der Ableger nicht hinaus. Bei den letzterwähnten gehen die Pflänzchen aus einem den nackten Lehmboden überziehenden, dichten, grünen Protonemafilz hervor. Dieselben sterben aber nach der Ausbildung der Sporen nicht ab, sondern erhöhen sich im nächsten Jahre um einen neuen Trieb, so daß jedes Stämmchen des rasenförmigen Trupps wie aus mehreren übereinander stehenden Stockwerken aufgebaut erscheint (vgl. die Tafel bei S. 61). Die Torfmoose (Sphagnaceen) bilden neben dem fadenförmigen auch noch einen laubartigen, dem Boden auflagernden, vielfach gelappten Vorkeim aus. Von diesem entspringen gerade so wie von dem fadenförmigen Protonema kleine Knöspchen, die sich zu Ablegern ausgestalten und eine truppweise Anordnung zeigen.

An diese Form schließt sich weiterhin die Ablegerbildung durch blattbürtige Knospen von den Flächen oder Rändern wirklichen Laubes an. Sie ist in der freien Natur sehr selten. Da die Knospen, welche von den der Erde aufliegenden Laubblättern entspringen, Wurzel schlagen, und das sie bildende Blatt dann verwest, so stellt die Gesamtheit der aus einem solchen Laubblatte entspringenden Pflänzchen einen deutlichen Trupp dar. So verhält es sich z. B. mit dem Wiesenschaumkraute (Cardamine pratensis) und insbesondere mit Pinguicula Backeri (s. S. 41). Bei der letzteren Pflanze, deren blattbürtige Knospen sehr dicht beisammen stehen, scheint es, daß nachträglich auch eine seitliche Verschiebung und Versetzung der einzelnen Pflänzchen und eine Lockerung des Bestandes durch den Zug der Wurzeln stattfindet.

Eine eigentümliche Bildung von Ablegern bemerkt man an den über die Borke alter Bäume emporkletternden Überpflanzen, welche keine zur Erde herabwachsenden, sondern nur kurze, an der stets feuchten Rinde angeschmiegte bandförmige Wurzeln besitzen, und deren Stämme und Blätter gleich einer Tapete der Unterlage aufgelagert sind, wie namentlich an mehreren tropischen Aroideen aus den Gattungen Pothos und Marcgravia. Der fortwachsende Stamm gabelt sich, und wenn dann später der ältere Stammteil bis zur Gabelungsstelle abstirbt, so sind beide Äste getrennt und isoliert, jeder derselben kann beim Weiterwachsen einen anderen Weg einschlagen, der eine auf diesen, der andere auf jenen Ast

des zur Unterlage dienenden Baumstammes weiter emporklettern, und indem sich dieser Vorgang wiederholt, können in der Krone des Baumes mehrere getrennte Stöcke von Marcgravia und Pothos erscheinen, welche als natürliche Ableger anzusehen sind. Ähnlich verhält es sich auch mit zahlreichen auf der Baumborke sowie in den humusgefüllten Ritzen der Felsen gedeihenden Farnen und allen jenen Pflanzen, deren auf der Erde kriechende Stämme an dem einen Ende fortwachsen und sich verzweigen, während sie an dem anderen Ende um ein entsprechendes Stück absterben, wie das namentlich an zahlreichen kriechenden Kleearten



Bildung eines truppförmigen Bestandes mittels oberirdischer Ausläufer bei Saxifraga flagellaris.

beobachtet wird. Da der jährliche Zuwachs des Stammes dieser Pflanzen nur ein geringer ist, so rücken die gesonderten Stöcke auch nur sehr langsam auseinander, und es vergehen mehrere Jahre, bis die Ableger einen Trupp, der sich über den Raum von einem halben Meter im Gevierte ausbreitet, gebildet haben.

Vergleichsweise viel rascher ist der Erfolg, wenn die Ableger durch Ausläufer und Schößlinge gebildet werden. Bei einem Teile der hierher zu rechnenden Gewächse, für welche die obenstehend abgebildete, im arktischen Gebiete und in der Hochgebirgsregion des Himalaja, Altai und Kaukasus weitverbreitete Saxifraga flagellaris als Vorbild dienen soll, wird am Ende eines dünnen, fadenförmigen Langtriebes nur eine einzige Knospe angelegt, welche an der Stelle, wo sie dem Boden aufliegt, einwurzelt und zu einer Rosette heranwächst. Erst dann, wenn die Ernährung der Rosette durch die in den Boden eingesenkten Würzelchen gesichert ist, stirbt der lange Faden, dessen Abschluß die Knospe gebildet

hatte, ab, die Verbindung mit der Mutterpflanze ist unterbrochen, und die Rosette bildet nun einen selbständig gewordenen Stock. Da die Schößlinge gewöhnlich zahlreich sind und strahlenförmig auswachsen, so erscheint nach Jahr und Tag der Mutterstock mit einem förmlichen Kranze von rosettenförmigen Ablegern umgeben, und nach wenigen Jahren ist eine ziemlich große Fläche mit Hunderten größerer und kleinerer Rosetten bepflanzt, welche aber die kreisförmige Anordnung aus dem Grunde nicht mehr erkennen lassen, weil die Schößlinge benachbarter Rosetten sich vielfach kreuzen und dann auch die Kreise ineinander übergreifen. Auch an den Ausläufern, welche man die bogenförmigen nennt (vgl. Band I, S. 622), kommen, wenn anders nicht eine Verstümmelung des Triebes und dadurch eine Störung des gewöhnlichen Wachstums stattgefunden hat, nur die endständigen Knospen zur Entwickelung, d. h. nur das lichtscheue Ende des Ausläufers schlägt, wenn es einen geeigneten Platz gefunden hat, Wurzeln, verdickt sich und wächst im nächsten Jahre zu einem neuen Stocke aus, während der bogenförmige, mit grünen Laubblättern reich besetzte Stamm abstirbt, infolgedessen die Verbindung mit dem Mutterstocke unterbrochen wird. Als bekannte Beispiele für diese Ablegerbildung mögen der rotblaue Steinsame (Lithospermum purpureo-coeruleum), die verschiedenen Arten des Sinngrüns (Vinca herbacea, Libanotica und major) sowie jene Brombeeren (Rubus), deren seltsame Einwurzelung in Band I, S. 725, geschildert wurde, genannt sein. Da die Ausläufer dieser Pflanzen sehr lang sind, so können von ihnen in kurzer Zeit weite Strecken Landes mit Ablegern reichlichst bepflanzt werden. Von dem Stocke eines auf geeignetem Boden angesiedelten großblütigen Sinngrüns (Vinca major) kann nach zwei Jahren eine Fläche von 6 Schritt in die Länge und 6 in die Breite übersponnen sein. Und nun gar erst die Brombeersträucher! Im Grunde lichter Gehölze, wo insbesondere die Arten mit drüsentragenden Borsten ihren Standort haben, sind Plätze von 8—10 Schritt im Gevierte, welche binnen ein paar Jahren von den bogenförmigen, mit der Spitze anwurzelnden Ausläufern überwuchert wurden, keine Seltenheit. Die Länge eines Brombeerausläufers, dessen angewurzelte Spitze zu einem Ableger wurde, bestimmte ich mit 650 cm; dieser Ausläufer hatte sich in einem einzigen Sommer gebildet und war im Mittel jeden Tag um 6 cm in die Länge gewachsen. Würde man unter die fortwachsende Spitze ein weißes Papier gelegt haben, so wäre das Fortrücken des Sprosses gerade so wie das Fortrücken des Zeigers an einer Uhr, deren Kreisumfang 6 cm beträgt, mit den Augen zu verfolgen gewesen.

Daß auch die Erdbeerstöcke (Fragaria vesca) förmliche Wanderungen mittels ihrer langen Ausläufer vollziehen, ist allbekannt. Doch besteht im Vergleiche zu den bogenförmigen Ausläufern des Sinngrüns und der genannten Brombeersträucher der Unterschied, daß an der Erdbeere außer den Knospen am Ende der Ausläufer auch jene an den Zwischenknoten zu neuen Stöcken auswachsen, nachdem die fadenförmigen Verbindungsstücke zu Grunde gegangen sind. Wenn im Laufe des Sommers ein Erdbeerstock drei Ausläufer aussendet, jeder Ausläufer an fünf Knoten anwurzelt und aus jedem Knoten eine Knospe, beziehentlich ein Ableger zur weiteren Entwickelung kommt, so erscheint der Mutterstock im nächsten Jahre von 15 Tochterstöcken umgeben. Dabei ist zu bemerken, daß die Länge der Glieder an jedem Ausläufer eine ungleiche ist. An einem im Waldesschatten über den Boden hingestreckten Ausläufer zeigte z. B. das erste Glied 37, das zweite 34, das dritte 31, das vierte 30, das fünfte und letzte 22 cm; es waren demnach die Ableger unter sich um so mehr genähert, je weiter weg vom Mutterstocke sie sich ausgebildet hatten. Von jedem dieser 15 Ableger entstanden im nächsten Sommer wieder, in ähnlicher Weise gruppiert, 15 Ableger, und in der Waldlichtung, wo vor 2 Jahren ein einziger, den Raum von 50 qcm bedeckender Erdbeerstock gestanden hatte, waren jetzt 200 Stöcke über den Raum von ungefähr 3600 qcm verteilt.

Eine ebenso ausgiebige Vermehrung und Verbreitung wie die Erdbeerpflanze zeigt auch der kriechende Hahnenfuß (Ranunculus reptans), die Gundelrebe (Glechoma hederacea) und das kriechende Fingerkraut (Potentilla reptans). Die nachstehende Tabelle gibt eine Übersicht über die Länge der Ausläufer und Schößlinge einiger bekannter Pflanzenarten, bei welchen die Bildung der Ableger und die rasche Ausbreitung derselben auf einer zusagenden Unterlage besonders auffallend hervortritt.

	Zentimeter		Zentimeter		Zentimeter
Saxifraga Aizoon	4	Lycopodium annotinum	30—40	Vinca herbacea	70
- cuneifolia	6	Saxifraga sarmentosa	40	Fragaria Indica	85
- Geum	8	Ranunculus Flammula	50	Potentilla anserina	110
- flagellaris	10	Geum reptans	50	Glechoma hederacea	126
Sempervivum stenopetalum	12	Glyceria fluitans	50	Potentilla reptans	130
Viola odorata	13	Lithospermum purpureo-coeruleum	56	Rubus saxatilis	140
Arabis procurrens	16			Fragaria vesca	150
Androsace sarmentosa	18	Ranunculus reptans	60	Vinca major	200
Ajuga reptans	20	Tiarella cordifolia	65	Rubus Radula	300
Hieracium flagellare	30	Vinca Libanotica	66	- bifrons	650

Den bisher besprochenen, durch Ableger gebildeten Beständen sind noch die buschförmigen, rasenförmigen und polsterförmigen anzureihen. Die ring- und kranzförmigen, gleichwie die zeilen- und truppförmig angeordneten Bestände erheben sich aus Hyphensträngen, Protonemafäden und Sprossen, welche von einem Punkte ausgehend, parallel zur Unterlage weiterwachsen. Wenn dagegen nicht nur die zu Ablegern werdenden Zellen, Zellgruppen und Knospen, sondern auch die ihnen zum Ausgangspunkte dienenden Gebilde in ihrer Wachstumsrichtung senkrecht gegen die Fläche der Unterlage stehen, so zeigt der Bestand wesentlich andere Formen. Man kann sich das Entstehen solcher Bestände am besten an einem vielverzweigten Weidenstrauche vorstellen, dessen Hauptstamm, dessen Äste und dessen Reiser aufrecht standen, und der infolge einer Überschwemmung so tief unter erdigem Schlamme und Gerölle begraben wurde, daß nur die Spitzen seiner Reiser über die Schlammablagerung emporragen. Wenn das Überschwemmungswasser abgelaufen ist, gleichen solche Reiser dem jungen Weidenanfluge auf der Insel eines Flusses; man glaubt ebenso viele selbständige junge Weidenstöcke vor sich zu haben, wie sich einzelne Reiser und Reisergruppen aus dem Schlamme erheben. Und was anfänglich nur scheint, das ist nach kurzer Zeit wirklich der Fall. Der unter dem Schlamme begrabene Hauptstamm sowie dessen Äste ersticken, sie sterben ab und können den Reisern keine Nahrung aus dem Boden zuführen; die Reiser müssen daher, wenn sie nicht zu Grunde gehen sollen, sich die Nahrung aus dem Boden auf andere Weise verschaffen, und das geschieht dadurch, daß sie eigne Wurzeln in dem Schlamme treiben, sich durch ein kallöses Gewebe von dem eingeschlammten und erstickten Teile des Weidenbusches trennen und sich nun aus eignen Mitteln erhalten. So sind in der That aus den Reisern, welche früher einem Weidenstrauche angehörten, selbständige Stöcke geworden, deren jeder nach kurzer Zeit als Strauch erscheint. Sie bilden zusammen einen Bestand, dessen Geschichte aber von jener der früher geschilderten Bestände in wesentlichen Dingen abweicht. Noch ist zu bemerken, daß der erstickte, in Moder übergegangene Stamm und dessen Äste mit den zu Ablegern gewordenen Reisern noch einige Zeit im Zusammenhange bleiben können, ja daß sich diese abgestorbenen Teile des eingeschlammten Weidenstrauches als humusreiche Einschlüsse des von den Ablegerwurzeln durchsetzten Bodens noch recht nützlich machen können.

Was hier an dem Beispiele eines von Überschwemmung betroffenen Weidenstrauches dargestellt wurde, vollzieht sich ohne derartige Katastrophe von selbst an unzähligen Pflanzen der verschiedensten Familien. Der Ableger bildende Pflanzenteil erhebt sich

senkrecht über die Fläche seiner Unterlage, auch die von seinen Seiten entspringenden Ausästungen streben dem gleichen Ziele zu, werden aber, zumal dann, wenn ihrer viele sind, teilweise gezwungen, eine schräge Richtung einzuhalten. Die Ausästungen stehen infolge dieser Wachstumsweise zonenförmig gruppiert in Stufen oder Stockwerken übereinander, sowie aus demselben Grunde die ganze Masse nicht nur in die Höhe, sondern auch in die Breite wächst. Die neueste oberste Stufe umfaßt immer eine größere Zahl von Ablegern als die vorhergegangene, welche inzwischen abgestorben und zur Unterlage für das neueste, oberste Stockwerk geworden ist. Sind die aufwärts strebenden Triebe gering an Zahl, sind sie locker gestellt und haben sie genügend Raum zur Entfaltung, so entsteht eine Ablegergruppe, welche, soweit sie oberirdisch sichtbar ist, ein büschelförmiges Aussehen zeigt und Büschel genannt wird. Als Beispiele für diese Form der Ablegerbildung können verschiedene Arten der Gattung Pfingstrose (Paeonia), Nießwurz (Helleborus) und ähnliche Staudengewächse vorgeführt werden, welche im Laufe des Sommers an ihren unterirdischen Stammteilen nur zwei, höchstens drei Stockknospen ausbilden, und deren oberirdische Teile am Ende der Vegetationszeit abdorren. Nach Ablauf der Winterruhe wachsen die Stockknospen zu oberirdischen Sprossen aus und senken lange Wurzeln in die Erde hinab. Ist dies geschehen, so stirbt das Stammstück, an welchem die Stockknospen gesessen hatten, vollends ab, verwest, und nun stehen so viele getrennte Stöcke nebeneinander, wie sich Stockknospen im abgelaufenen Jahre angelegt hatten. Da häufig die eine oder die andere Stockknospe verkümmert, so zeigen die aus ihnen hervorgegangenen Sprosse eine lockere Stellung, und die neuen Stöcke nehmen auch nach vielen Jahren nicht viel mehr Raum ein, als die alten, von welchen die verwesten Reste zwischen den frischen Wurzelfasern meistens noch zu sehen sind. Inwiefern an solchen Beständen auch durch den Zug der Wurzeln eine Lockerung zu stande kommt, wird später noch erörtert werden. Vermehrt sich die Zahl der aus einem Pflanzenteile hervorgehenden, nach oben wachsenden und zu Ablegern werdenden Ausästungen, so nimmt auch der Umfang und die Dichte des Bestandes von Jahr zu Jahr in rapidem Verhältnisse zu. Gesetzt den Fall, ein Stamm entsende im ersten Sommer fünf aufstrebende Triebe, und jeder dieser Triebe wiederhole diese Wachstumsweise im nächsten Jahre, so werden nach 10 Jahren ungefähr 10 Millionen Triebe nebeneinander zu stehen kommen. Vorausgesetzt, daß die alten Triebe nicht verwesen und zerfallen, sondern in Form und Lage unverändert erhalten bleiben, und vorausgesetzt, daß alle Teile von einem gleichmäßigen Wachstum beherrscht sind, müßte sich infolge dieses Entwickelungsganges eine Masse herausbilden, welche die Gestalt eines umgekehrten Kegels besitzt. Der nach abwärts gerichteten Spitze des Kegels würde der Stamm entsprechen, welcher den Ausgangspunkt für das Ganze bildete, dann folgen nach aufwärts stockweise übereinander die Triebe des zweiten, des dritten, des vierten u. s. f. Jahres, jede Altersstufe immer mehr in die Breite gehend als ihre Vorgängerin und jede den Moder aller vorhergehenden überdeckend und mit Rhizoiden oder Wurzeln durchspinnend. Nur selten wird wohl eine so strenge Regelmäßigkeit eingehalten; zumeist verwandeln sich die älteren abgestorbenen Glieder des Bestandes in einen braunen, zusammengedrückten Mulm, der eine breite Unterlage für die oberen Schichten bildet und nichts weniger als die Gestalt eines umgekehrten Kegels zeigt, häufig verkümmern einzelne der aufstrebenden Ausästungen infolge des seitlichen gegenseitigen Druckes, oder es kommen auch noch besondere Verhältnisse der Unterlage dazu, welche störend auf den Entwickelungsgang einwirken. In den meisten Fällen sind die einer Altersstufe angehörenden, dicht zusammengedrängten, in der oben geschilderten Weise entstandenen Ableger in einer Ebene gruppiert. Man nennt dann die Anordnung derselben rasenförmig und die ganze Gruppe von Ablegern einen Rasen. Aber es kommt auch vor, daß die in der Mitte des Bestandes stehenden Ableger kräftiger emporwachsen als

jene an der Peripherie; letztere bleiben etwas zurück, sind auch genötigt, eine schräge Wachstumsrichtung einzuhalten, und der ganze Bestand erhält dann in seinen Umrissen die Gestalt einer Halbkugel. Diese Anordnung wird polsterförmig genannt, und die ganze Gruppe von Ablegern wird als Polster angesprochen.

Lockere Büschel, Rasen und Polster sehen den zeilen- und truppweise angeordneten Beständen mitunter sehr ähnlich, und ohne nähere Untersuchung der vermoderten Grundlage des Ablegerbestandes ist es in manchen Fällen gar nicht möglich, zu entscheiden, ob der Bestand als lockerer Rasen oder als Trupp zu gelten hat. Auch die Unterscheidung von Rasen und Polstern ist nicht immer so leicht, wie man nach den obigen Auseinandersetzungen glauben möchte, und es darf überhaupt nicht verschwiegen werden, daß es Fälle gibt, wo alle angegebenen Unterscheidungsmerkmale im Stiche lassen, oder mit anderen Worten, daß es nicht an Mittelstufen fehlt, welche sich zwischen die von den Botanikern künstlich abgegrenzten Formen einschieben.

Büschelförmig, rasenförmig und polsterförmig gruppierte Ableger kommen fast in allen Abteilungen des Pflanzenreiches vor. Besonders hervorhebenswert sind die Polster der im ersten Bande wiederholt besprochenen und auf der Tafel bei S. 22 abgebildeten Vaucheria clavata, und zwar darum, weil hier die Ableger aus Aussackungen einer schlauchförmigen Zelle hervorgehen, welche, wenn sie sich verlängern und von hintenher absterben, unter der fortwachsenden Spitze selbst wieder neue Aussackungen bilden. Die jüngsten bleiben mit den alten abgestorbenen und abgebleichten Teilen in fester Verbindung, und der ganze Rasen besteht dann obenauf aus einer Unzahl grünender Spitzen, welche als Ableger aufzufassen sind, während darunter ein Gewirre aus bleichen Fäden zu sehen ist, welches die abgestorbene Unterlage für die fortwachsenden Ableger bildet. Ähnliche Verhältnisse beobachtet man an den Arten der Gattungen Euactis, Dasyactis und Mastichonema, seltsamen, zu den Nostocaceen gehörenden Wasserpflanzen, welche in kleinen, dunkeln Polstern auf Steinen im Rinnsale der Bäche und auf den vom Gischte der Wasserfälle fortwährend feucht gehaltenen Felsen ihren Standort haben. Hier sind es allerdings nicht Aussackungen einer Zelle, welche zu Ablegern werden, sondern peitschenförmige, büschelig gruppierte Zellenreihen, welche sich stockweise übereinander aufbauen. Nur die obersten Büschel sind lebendig, die tieferstehenden, welche für jene den Ausgangspunkt bildeten, sind tot. Allerdings kann man sie noch nach Jahren deutlich erkennen, zumal dann, wenn sie sich mit Kalktuff inkrustiert haben. An mehrerer Arten, wie z. B. an Euactis Heeriana, sieht man bisweilen 10–20 abgestorbene Schichten von Jahrestrieben übereinander zu kompakten Massen verbunden und zu oberst eine Unzahl getrennter und voneinander unabhängiger Büschel aus bescheideten Zellenreihen. Unter den Flechten, namentlich unter den Cladonien, gibt es gleichfalls viele, welche von Jahr zu Jahr förmliche Stockwerke übereinander bauen, sich zugleich nach oben zu gabelförmig oder wirtelig verteilen und verbreitern und demzufolge ein rasen- oder polsterförmiges Ansehen zegen. Die unteren Teile erhalten sich noch lange Zeit, auch wenn sie schon längst abgestoirben sind, und werden zu toten Trägern für die lebendigen, voneinander unabhängig gewordenen oberen Teile, welche als Ableger bezeichnet werden müssen.

Ähnliche Verhältnisse beobachtet man auch bei vielen Moosen. Zumal die Laubmoose zeigen die weitest gehende Mannigfaltigkeit in der Bildung rasen- und polsterförmig gruppierter Ableger, und man trifft im Bereiche dieser Pflanzengruppe alle Abstufungen von den ausgedehnten, die Ränder der Quellbäche überwuchernden Rasen der Hypnaceen zu den kleinen, halbkugeligen Polstern von Grimmia und Andreaea, welche den Steilwänden der Felsen in der Gletscherregion der Hochgebirge aufsitzen, sowie von den weichen, lockeren, schwellenden Rasen im schattigen Grunde der Fichtenwälder zu den festen, dicht geschlossenen Polstern, welche zwischen die Gräser und Kräuter der Alpenmatten eingeschaltet sind. Lockere

Moosrasen kommen zu stande, wenn sich nur wenige, aber verhältnismäßig weitschweifige, dem Wedel eines kleinen Farnes vergleichbare Jahrestriebe ausbilden. Bei dem häufigsten unserer Laubmoose, dem zierlichen Hylocomium splendens (s. Abbildung, S. 16, Fig. 11), bildet die Hauptachse des Jahrestriebes ähnlich der Spindel eines Farnwedels einen nach oben konvexen Bogen, und beiläufig in der Mitte dieses Bogens entspringen im nächsten Jahre ein oder zwei neue Triebe, die wieder genau dasselbe Verhalten zeigen, d. h. sich wieder bogenförmig zur Seite krümmen. So baut sich dieses Moos im Laufe der Zeit aus lauter über- und aufeinander gestellten Bogen auf, was zur Folge hat, daß die Rasen locker und weich sind, gleich einem Kissen, das man mit gekrümmten Flaumfedern gefüllt hat. Gedrungene Rasen bilden jene Moose, in deren Eigenart es liegt, aus jedem der geraden, aufrechten Jahrestriebe nahe der Spitze mehrere wirtelig gestellte Knöspchen anzulegen. Nur diese Knöspchen wachsen im nächsten Jahre weiter und werden zu ebenso vielen neuen Jahrestrieben; der alte Trieb dagegen, aus dessen oberem Ende sie hervorgegangen sind, bleibt zurück und stirbt ab. Es bildet so jeder Trieb einen ganzen Büschel von neuen Trieben, welche über seinem Scheitel weiterwachsen. Indem sich diese Wachstumsweise von Jahr zu Jahr wiederholt, ist eine rasche Vermehrung und Häufung der Triebe unvermeidlich. In wenigen Jahren sieht man Hunderte, ja Tausende der aufrechten Triebe knapp nebeneinander eine dichtgefügte Masse von rasenförmigem Ansehen bilden. In den Hochgebirgen der Zentralalpen wächst ein Moos, Namens Dicranum elongatum, dessen Rasen ein so dichtes Gefüge zeigen, daß man Mühe hat, sie zu spalten oder zu zerklüften. Unter günstigen Verhältnissen, insbesondere an der Schneide von Bergrücken, welche von Föhnwinden bestrichen werden, erreichen diese Rasen 1 m im Gevierte, und da auf 1 qcm im Mittel 324 Stämmchen zu stehen kommen, so umfassen solche Rasen nicht weniger als 3,240,000 Stämmchen, beziehentlich Ableger.

Gewöhnlich sterben an den Moospflanzen die Jahrestriebe sofort ab, nachdem die von ihnen angelegten neuen Triebe ihre volle Größe erreicht haben; aber sie erhalten sich auch abgestorben noch geraume Zeit mit allen ihren Stämmchen und Blättchen und gehen weit langsamer als die toten Teile von Gräsern, Stauden und Sträuchern in Verwesung über. 3—5 Jahre hindurch erscheinen sie gebleicht oder gebräunt wie Mumien und häufig durch Rhizoiden wie von einem Filze zusammengehalten; endlich aber bewältigt auch sie der Zerfall und die Verwesung, und nach 6—10 Jahren ist alles in einen dunkeln Mulm umgewandelt. Daher die regelmäßige Schichtung und Zonenbildung, welche der Längsschnitt eines Moosrasens aufweist: zu unterst schwarzer Mulm, darüber eine braune Zone aus zerfallendem Gewebe, weiterhin eine Zone aus bleichgelben oder grauen toten Stämmchen und Blättchen und zu oberst die lebendigen grünen neuesten Jahrestriebe. An besonderen Standorten können sich unter dem Einflusse fäulniswidriger Humussäuren in den Mooren und infolge von Inkrustation mit kohlensaurem Kalke die abgestorbenen Teile der Moose allerdings auch sehr viele Jahre erhalten, und es lassen sich dann die in der Form unveränderten Teile noch in bedeutenden Tiefen erkennen. In den Hochmooren kann man die Stämmchen des spitzblätterigen Torfmooses (Sphagnum acutifolium) nicht selten bis in die Tiefe von 1 m, und an den Kalktuff absetzenden Quellen jene des Trichostomum tophaceum bis zu 2 und 3 m nach abwärts verfolgen. In Südsteiermark kennt man Kalktuffbänke in der Mächtigkeit von 9 m, durch deren ganze Höhe das rasenbildende Moos Gymnostomum curvirostre in ununterbrochenem Zuge verfolgt werden kann, so daß man berechtigt ist, zu sagen, die ganze Tuffmasse sei eigentlich nichts anderes als ein riesiger verkalkter Moosrasen. Es wurde berechnet, daß zur Bildung solcher Rasen, beziehentlich solcher 9 m hoher Kalktuffbänke über 2000 Jahre notwendig waren, und es ist gewiß interessant, hier den Rasen eines obenauf noch fort und fort grünenden, sich verzweigenden und

vermehrenden Mooses vor sich zu haben, dessen unterste, vor 2000 Jahren gebildete Stämmchen sich deutlich erkennbar bis auf den heutigen Tag erhalten haben.

Ungemein abwechselungsreich ist die Bildung rasen- und polsterförmiger Bestände bei den Gräsern und Riedgräsern und noch verschiedenen anderen Gewächsen, welche der Volksmund zufolge ihrer physiognomischen Ähnlichkeit unter dem Namen Gräser zusammenfaßt. Zumal auf Moorgründen sind solche Grasrasen und Graspolster eine sehr häufige Erscheinung. Manche derselben heben sich wie Maulwurfshügel über die Umgebung empor, wie z. B. das auf den Hochmooren weitverbreitete bescheidete Wollgras (Eriophorum vaginatum), die verschiedenen Arten der Gattung Schoenus und die besonders auf den Flachmooren in der ungarischen Niederung häufige steife Segge (Carex stricta). Die zuletzt genannte Pflanze, welche weiten Strecken im Stromgelände der Donau und Theiß ein eigentümliches Gepräge verleiht, und deren Rasen bei den Magyaren Zsombék genannt werden, erscheint auf der Tafel bei S. 645 abgebildet. Die Rasen, wie sie auf dem Bilde dargestellt sind, ragen im Frühlinge und Vorsommer über das seichte Wasser nur mit ihrem oberen Ende empor. Besucht man zu dieser Zeit eines der Moore, in welchem diese Segge die vorherrschende Pflanze ist, so erscheint es von einiger Entfernung wie eine üppige Wiese. Man sieht eben nur die vom Scheitel der Rasen nach allen Seiten abstehenden Halme und Blätter, während das Wasser, das unten die Rasen umgibt, von dem dichtgedrängten Blattwerke verhüllt wird. Tritt man aber näher heran, so bemerkt man, daß die Rasen isoliert und zwischen ihnen kleine Tümpel ausgebreitet sind, die sich durch ein förmliches Wassernetz miteinander verbinden. Meist stehen die Rasen so nahe, daß man selbst mit dem schmalsten und kleinsten Kahne sich nicht durchzuwinden vermöchte; man ist daher, um in das Innere eines solchen Moores zu gelangen, gezwungen, von dem Scheitel des einen Rasens mit Vorsicht auf den eines benachbarten den Fuß zu setzen, will man nicht in das unten sich ausbreitende Wasser gleiten. Manchmal aber rücken die Rasen wieder so weit auseinander, daß man sie nur springend erreichen kann, und dann ist das Vorwärtsdringen mit einigen Schwierigkeiten verbunden. Die ungarischen Hirten fürchten und meiden die Sümpfe, in welchen die Zsombék-Rasen die Oberhand bekommen haben; denn wenn sich eines ihrer Rinder zwischen den aus dem Wasser ragenden Rasen verirrt hat, so kommt es häufig nicht mehr zurück. Da nämlich das Rind unfähig ist, auf den Kuppen der Rasen fortzuschreiten, so watet es unten im Wasser fort und fort, ohne mehr den Rückweg zu finden, und geht endlich, nachdem es sich auch noch durch die scharfen Halme und Blätter die Haut der Füße zerschneidet, im Sumpfe jämmerlich zu Grunde. Wenn bei sinkendem Grundwasserstande das labyrinthische Wassernetz in den Zsombék-Mooren verschwindet, dann bemerkt man mit Staunen, daß jeder grüne Rasenschopf eigentlich den Abschluß einer schwarzbraunen Säule bildet, welche die Höhe von $^1/_2$, ja selbst nahezu 1 m erreichen kann. Die untere Hälfte dieser Säule besteht aus einem Geflechte von abgestorbenen Wurzelfasern, Blättern und Stengeln und ist bereits in Torf umgewandelt, während der Scheitel noch fortgrünt und einen Schopf aus grünen, starren, schneidigen, bogenförmig nach auswärts gekrümmten Blättern und Halmen trägt. Dieser Schopf aber besteht aus Hunderten von Ablegern, welche senkrecht emporwachsen und selbst wieder Ableger in die Höhe schicken. Bemerkenswert ist an diesem Riedgrase auch die Eigentümlichkeit, daß die scheidenförmige Basis jedes Blattes am Rande in feine, schlingenförmige Fasern aufgelöst ist, durch welche die einem Sprosse angehörenden Blätter zusammengehalten werden. Die in den Achseln der Blätter sich entwickelnden neuen Sprosse, welche später zu Ablegern werden, erhalten dadurch gewissermaßen eine Führung, und es wird das Einhalten der Wachstumsrichtung nach oben wesentlich gefördert. Indem aber alle neuen Sprosse nahezu parallel aufwärts wachsen, bekommen im Verlaufe vieler Jahre die Rasen das absonderliche säulenförmige Ansehen, von welchem oben die Rede war.

Auch die Steppen der Alten und Neuen Welt beherbergen auffallend viele physiognomisch hervortretende grasartige Gewächse mit rasigem Wachstum. Auf dem Bilde, welches die südrussische Steppenvegetation zur Anschauung bringt (Band I, Tafel bei S. 576), treten als rasenbildende Gewächse insbesondere das Federgras oder die Tyrsa der Südrussen (Stipa pennata) und eine blau bereifte Art des Schwingelgrases (**Festuca vaginata**) hervor. Auf den brasilischen Steppen gedeiht das 1820 bei Montevideo entdeckte, unter dem Namen Pampasgras in unsere Gärten eingeführte prächtige Gynerium (Gynerium argenteum), und auch die nordamerikanischen Prärien beherbergen eine Reihe von Gräsern, deren Ableger eine rasenförmige Anordnung haben, wie namentlich Andropogon provincialis und scoparius, Eatonia obtusata, Sporobolus asper und Chrysopogon nutans. Kein Gebiet dürfte aber eine solche Fülle rasenbildender Gewächse enthalten, und nirgends treten die Rasen in der Vegetationsdecke so auffallend hervor wie in der alpinen Region der mittel- und südeuropäischen Hochgebirge. Allerdings gibt es dort auch viele Rasen, welche nur ausnahmsweise Ableger bilden. Mehrere zu den Kreuzblütlern, Plumbaginaceen u. s. f. gehörende Hochalpenpflanzen, wie beispielsweise Draba aizoides, Armeria alpina, Cherleria sedoides, Phyteuma hemisphaericum, zeigen ein ausgesprochenes rasiges Wachstum, aber ihre einzelnen, zahlreichen Sprosse beziehen sämtliche Nahrung aus dem Boden durch Vermittelung einer einzigen gemeinsamen Wurzel, ihre Stämmchen versehen sich nicht mit besonderen Wurzelfasern, und sie werden daher auch nicht selbständig. Hebt man solche Rasen aus der Erde, so überzeugt man sich, daß Hunderte von Sprossen, die zu einem dichten Ballen zusammengedrängt sind, einem einzigen zusammenhängenden Stock mit einer mittleren, meist sehr dicken und tief in die Erde eindringenden Pfahlwurzel angehören. Bei der Mehrzahl der alpinen rasenbildenden Pflanzen findet aber eine unzweifelhafte Ablegerbildung statt, und zwar lassen sich schon dem äußeren Ansehen nach zweierlei Formen unterscheiden. Ein Teil der hier in Betracht kommenden Gewächse, für welche von Steinbrechen Saxifraga muscoides, androsacea und Seguieri, und von Korbblütlern die Goldraute (Senecio Carniolicus) und das Edelweiß (Gnaphalium Leontopodium) als Vorbilder gelten können, entwickeln aus ihren jungen Sprossen reichliche Wurzelfasern, welche die obere humusreiche Schicht des Bodens ganz durchspinnen, aber in das darunter liegende Erdreich nicht tief eindringen. Die Rasen dieser Pflanzen sind mehr oder weniger gewölbt, haben häufig das Ansehen von kleinen Maulwurfshügeln und können sich über einer sehr dünnen Erdkrume, selbst über Felsplatten, die nur mit 1 oder 2 cm Humus überdeckt sind, ansiedeln. Ein anderer Teil der alpinen rasenbildenden Gewächse entwickelt gleichfalls an den jungen Sprossen Wurzeln, welche zur Selbständigkeit befähigen; diese aber senken sich tief in das unterliegende Erdreich ein, verkürzen sich, nachdem ihr Wachstum beendet ist, und ziehen dadurch den unteren Teil der selbständig gewordenen Stämmchen unter die Erde. Die so gebildeten Ableger stehen in ziemlich gleicher Höhe, und man könnte solche Rasen wohl auch F l a c h r a s e n nennen. Als Beispiele von Pflanzen, welche diese Art der Ablegerbildung zeigen, können mehrere Primeln (z. B. Primula minima und glutinosa) und der Speik (Valeriana celtica) angeführt werden. Die von Primula glutinosa gebildeten Ableger sind häufig so locker gestellt, daß man versucht sein könnte, ihre Anordnung als eine truppförmige zu bezeichnen; verfolgt man aber die ganze Entwickelungsgeschichte dieser Bestände, so kann es nicht zweifelhaft sein, daß auch in diesem Falle eine rasenförmige Anordnung vorliegt. Sehr häufig kommt es vor, daß die Rasen irgend einer Art, namentlich jene von Seggen und Gräsern, zu Tausenden und aber Tausenden aneinanderschließend in der ganzen Vegetationsdecke vorherrschen und gewissermaßen das Grundgewebe in dem über die Gehänge ausgebreiteten Pflanzenteppiche bilden. Zwischen die Rasen solcher tonangebender Arten sind dann die Rasen anderer Gewächse, welche

die Gewohnheit haben, mehr zerstreut zu wachsen, eingepfercht, und hier und da sind auch noch Arten, welche truppweise angeordnete, und auch solche, die gar keine Ableger hervorbringen, in der zusammenhängenden Pflanzendecke eingeschaltet. Der Volksmund nennt eine solche vorherrschend aus rasenförmig wachsenden Pflanzen gebildete Pflanzendecke Wasen. Ernst Heyn hat die schwierige Aufgabe gelöst, einen solchen Wasen der Hochalpenregion, in welchem das starre Riedgras (Carex firma) die tonangebende Art bildet, in einem farbigen Bilde festzuhalten, welches bei S. 193 eingeschaltet ist. Das Bild bedarf keiner weiteren Erläuterung als jener, welche auf dem Deckblatte durch die Namen der Arten gegeben ist, und ich möchte nur noch die Bemerkung beifügen, daß auf jener Höhe, wo E. Heyn das Bild unter meiner Leitung ausgeführt hat, nämlich auf dem Blaser in den Tiroler Zentralalpen, stundenweit ausgedehnte Hänge, Mulden und Rücken mit solchen Wasen überkleidet sind.

Wenn Ortsveränderungen der Pflanzen dadurch zu stande kommen, daß die zu Ablegern gewordenen Teile an der einen Seite in die Länge wachsen, während sie an der gegenüberliegenden Seite absterben und dabei von den Unterlagen sich nicht vollständig trennen, so ist der zurückgelegte Weg stets nur ein beschränkter. Die Ableger rücken in diesem Falle von ihrem Ausgangspunkte nur langsam, sozusagen schrittweise, in die Umgebung vor, und es vergehen viele Jahre, bis auf diese Weise eine Wegstrecke von 100 m durchmessen wird. Bei weitem rascher erfolgt die Ortsveränderung dann, wenn die Ableger, von ihrer Bildungsstätte abgelöst, durch besondere Schleudervorrichtungen oder als ein Spiel der Wasser- und Luftströmungen oder endlich durch Mitwirkung der Tiere und Menschen einem neuen Ansiedelungspunkte zugeführt werden. Da kann es geschehen, daß abgelöste einzelne Zellen, Zellgruppen, Knospen und Sprosse binnen wenigen Minuten weit über 100 m, durch langgestreckte Thäler, über steile Felswände, ja selbst über hohe Gebirgsrücken verschleppt werden. Freilich bietet diese rasche Verbreitung in ihren Erfolgen nicht jene Sicherheit wie das langsame Vorrücken. Es kann leicht geschehen, daß der Wind oder die Wasserwelle den erfaßten losen Ableger an einem Punkte absetzt, wo für ihn kein Fortkommen möglich, wo er rettungslos verloren ist. Augenscheinlich ist dieser Nachteil aber durch die ungeheure Menge solcher loser Ableger wieder ausgeglichen. Auch fehlt es nicht an Gewächsen, welche zweierlei Ableger ausbilden, solche, welche langsam, aber sicher, und solche, welche rasch, aber unsicher verbreitet werden, erstere in spärlicher, letztere in reichlicher Anzahl.

Nur ein sehr kleiner Teil der gegenwärtig die Welt bevölkernden Pflanzen entwickelt Ableger, welche sich nach erfolgter Ablösung aus eigner Kraft und mittels besonderer Bewegungsorgane die neuen Wohnsitze aufsuchen. Durchgehends sind es im Wasser lebende Formen von sehr geringer Größe und in ihrer Entwickelung nur unter dem Mikroskop zu verfolgen. Als die bekanntesten Beispiele sollen hier die chlorophylllosen Saprolegniaceen und Chytridiaceen, die dunkelgrünen Vaucheriaceen und die roten Sphaerella-Arten vorgeführt werden. Die Saprolegniaceen sind Verwesungspflanzen, wuchern auf und in den Leichen der im Wasser verendeten Tiere und zwar nicht nur der Fische, Krebse und Insektenlarven, sondern auch der Vögel, welche durch irgend ein Ereignis im Wasser ihren Tod gefunden haben oder nach ihrem auf dem Lande erfolgten Tode in das Wasser geschwemmt wurden. Sie bilden schlauchförmige, dem freien Auge als zarte Fäden erscheinende Hyphen, welche sich vielfach aussacken, und von welchen ein Teil wie ein Wurzelgeflecht die Leiche durchsetzt, während der andere Teil in Gestalt weißlicher oder grauer Flocken sich über die Leiche erhebt und im Wasser flottiert. Einzelne der schlauchförmigen, aufrechten Hyphen nehmen eine kolbenförmige oder keulenförmige Gestalt an, und das Protoplasma derselben sondert sich in zahlreiche Teile, welche, soweit man durch die

Zellhaut hindurch sehen kann, eckige Formen besitzen. Bald darauf öffnet sich der kolbenförmige Schlauch an seinem Scheitel, und die gesonderten Teile quellen aus der Öffnung als rundliche Protoplasmakörper hervor (vgl. Abbildung, S. 17). Was nun weiter geschieht, ist je nach den Arten verschieden. Bei der Gattung Saprolegnia zeigen die einzelnen gesonderten Protoplasten nach ihrem Ausschlüpfen aus dem Schlauche zwei Wimperfäden, mit welchen sie sofort schwimmend enteilen (s. Abbildung, S. 17, Fig. 6 und 7), bei Achlya dagegen gruppieren sich die hervorquellenden, rundlich gewordenen Protoplasten vor der Mündung des Schlauches zu einem rundlichen Ballen (s. Abbildung, S. 17, Fig. 1—4) und haben anfänglich keine Wimpern. Sie umgeben sich dort mit einer zarten Hülle, welche wahrscheinlich aus Zellstoff besteht, erhalten sich aber in diesem Zustande nicht sehr lange. Schon nach einigen Stunden verlassen sie diese Hülle, zeigen jetzt eine bohnenförmige Gestalt und sind nun auch mit Wimpern versehen, welche sie zum Herumschwimmen im Wasser befähigen. Das Herumschwimmen dauert nur verhältnismäßig kurze Zeit. An irgend einem Punkte gelandet, verlieren sie die Wimpern, umgeben sich mit Zellhaut, werden zum Ausgangspunkte für eine neue Pflanze und sind unbedingt als Ableger aufzufassen. Eine ähnliche Ablegerbildung zeigen die Chytridiaceen. Auch diese sind chlorophyllfrei, aber keine Verwesungspflanzen wie die Saprolegniaceen, sondern echte Schmarotzer. Sie benutzen vorwaltend grüne Wassergewächse als Wirte, bringen in die Zellen derselben ein, töten und verzehren das Protoplasma und entwickeln dann dicke, sich über die Wirtpflanzen erhebende Schläuche, deren Protoplasma in zahlreiche, kugelige Teile zerstückt wird. Die Schläuche öffnen sich an ihrem Scheitel, bald durch Abheben eines förmlichen Deckels (s. Abbildung, S. 17, Fig. 5), bald durch Zerfließen einer beschränkten Stelle der Zellhaut, wodurch ein Loch entsteht, aus dem die gesonderten Protoplasten als Ableger ausgeschieden werden. Nach dem Ausschlüpfen stellt sich jeder Ableger als ein kugeliges oder eiförmiges Protoplasmaklümpchen mit einem einzigen langen Wimperfaden dar. Scheinbar wird dieser Wimperfaden wie ein Schwanz nachgeschleppt, in Wirklichkeit dient derselbe aber als Hilfsmittel der schwimmenden Bewegung, die bei manchen Arten in ein Hüpfen und Springen übergeht. In betreff der Vaucheriaceen und Sphärellen kann, um Wiederholungen zu vermeiden, auf die Darstellung der Ablegerbildung in Band I, S. 28 hingewiesen werden.

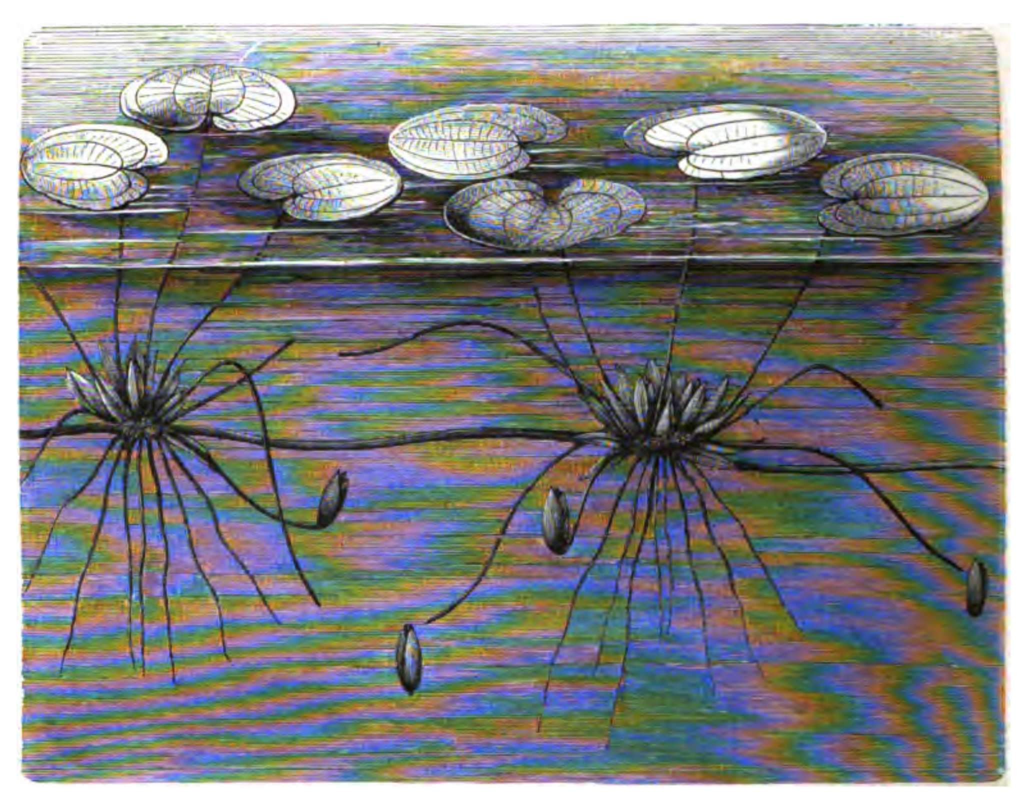
Im ganzen genommen ist, wie schon gesagt, das Entstehen solcher Ableger, welche selbstthätig im Wasser herumschwimmen und geeignete Punkte zur neuen Ansiedelung aufsuchen, auf einen sehr kleinen Kreis von Wasserpflanzen beschränkt. Bei weitem häufiger sind jedenfalls Ableger, welche nach Ablösung von ihrer Bildungsstätte durch die Strömungen des Wassers passiv fortgeführt und, ohne selbst darauf einen maßgebenden Einfluß zu üben, an irgend einem entfernten Punkte abgesetzt werden. In erster Linie sind von solchen Wassergewächsen die fadenförmigen, grün gefärbten Algen zu nennen, welche in Gestalt schlammiger Massen die Oberfläche langsam fließender Gewässer bedecken oder Steine und Holzwerk am Grunde rasch fließender Bäche überziehen. Bei vielen dieser Pflanzen findet mehrmals im Jahre eine Verschleimung der die einzelnen Zellen trennenden Wände statt, welche so weit geht, daß die Zellen frei und vom rasch strömenden Wasser weitergeführt werden. Durch fortgesetzte Teilung kann aus jeder fortgeschwemmten Zelle wieder ein neuer Faden entstehen. Es läßt sich daher nicht leicht eine einfachere Vermehrung und Verbreitung denken, als wie sie bei diesen Pflanzen beobachtet wird. Weniger einfach ist die Ablegerbildung bei den Florideen. Sind es Zellenreihen oder offene Zellennetze, aus welchen sich die ganze Pflanze aufbaut, so entstehen im Inneren jener Zellen, welche den Abschluß der zu Ästchen gruppierten Reihen bilden, vier Protoplasmaballen, die sogenannten Tetrasporen; diese werden entbunden, gelangen in das umspülende Wasser, werden von den Strömungen des Meeres erfaßt und fortgetrieben, haften an irgend einem

festen Punkte unter Wasser an und wachsen dort zu einer neuen Pflanze heran. An den Florideen, welche sich flächenförmig ausbreiten und laubähnliche Gestalten annehmen, entstehen die Tetrasporen gewöhnlich in den Endzellen kleiner Ästchen, welche sich von der Fläche erheben, oder aber in einzelnen der zu Platten aneinander gereihten Zellen. In den meisten Fällen findet in jener Zelle, wo sich die Ablegerbildung vollzieht, eine Vierteilung des Protoplasmas statt, seltener sind zwei oder acht Klümpchen, welche durch Furchung und Zerstückelung des Protoplasmas entstehen, und am seltensten wird das ganze ungeteilte Protoplasma einer Zelle als einziger Ableger entlassen.

Eine eigentümliche Ablegerbildung zeigt jene kleine Gruppe von Wasserpflanzen, welche man unter dem Namen der Hydrodiktyaceen begreift. An dem zierlichen Wassernetze (Hydrodictyon utriculatum), dessen cylindrische, zu sechseckigen Maschen zusammenschließende Zellen ein geschlossenes Netz bilden, werden diese Zellen nacheinander zum Bildungsherde eines Ablegers, welcher gleichsam eine Wiederholung des ganzen Netzes im kleinen darstellt. Das Protoplasma in einer der zur Ablegerbildung sich vorbereitenden Zellen sondert sich in mehrere tausend Teilchen, welche in auffallender Weise zittern, durcheinanderfahren und die sogenannte wimmelnde Bewegung erkennen lassen (s. Band I, S. 34). Das dauert ungefähr eine halbe Stunde; danach kommen die wimmelnden Teilchen, an welchen man trotz ihrer Kleinheit die stäbchenförmige Gestalt erkennt, zur Ruhe, ordnen sich zu sechseckigen Rahmen, beziehentlich zu Netzen mit sechseckigen Maschen (s. Abbildung, S. 24, Fig. 3—5), und es enthält nun jede solche Zelle ein winziges Wassernetz. Die äußere Schicht der Zellhaut, in welcher sich diese Gruppierung vollzogen hat, löst sich teilweise auf, das Netzchen, anfänglich noch von der inneren Zellhautschicht umschlossen, schlüpft aus und schwimmt jetzt im Wasser als Ableger. In 3—4 Wochen hat dieser Ableger die Größe des Wassernetzes, aus dessen einer Zelle er hervorgegangen war, erreicht, und in jeder seiner cylindrischen Zellen kann sich die gleiche Ablegerbildung wiederholen. Einen ähnlichen Vorgang beobachtet man an den mit dem Wassernetze verwandten kleinen Wasserpflänzchen, die man Pediastrum genannt hat, und von welchen eine Art in der Abbildung auf S. 24, Fig. 6—8 dargestellt ist. Die ausgewachsene ganze Pflanze besteht nur aus 8—32 Zellen, welche zusammen eine scheibenförmige breite Platte bilden. Nacheinander kommen nun einzelne Zellen dieser Platte zur Ablegerbildung. Das Protoplasma der betreffenden Zelle sondert sich in 8, 16 oder 32 ellipsoidische Körper, welche, nachdem sie kurze Zeit hindurch wimmelnde Bewegung gezeigt haben, umschlossen von einer dünnen Hülle aus der inzwischen aufgerissenen Zellkammer ausschlüpfen. Nun ordnen sich die Protoplasmateilchen innerhalb der zarten Hülle in zwei oder drei Kreise (s. Abbildung, S. 24, Fig. 7); nachdem das geschehen ist, wird in die Zwischenräume Zellstoff ausgeschieden, und das Gebilde stellt sich jetzt als eine winzige Zellenplatte dar, welche in der Form ganz mit jener übereinstimmt, aus deren einer Zelle sie hervorgegangen ist.

Die Verbreitung knospen- oder sproßförmiger Ableger wird insbesondere bei den Wasserlinsen, Alismaceen, Potamogetonaceen, Utriculariaceen, Droseraceen und Primulaceen beobachtet. Die meisten während des Sommers auf der Oberfläche ruhender Gewässer schwimmenden Wasserlinsen (z. B. Lemna polyrrhiza und arrhiza) bilden gegen den Herbst zu an ihrem platt gedrückten, linsenförmigen Stamme Glieder aus, welche sich von der Sommerpflanze ablösen, auf den Grund des Teiches hinabsinken und dort überwintern. Jedes dieser Glieder hat eine taschenförmige Gestalt und zeigt in der Aushöhlung bereits den Trieb des nächsten Jahres angelegt, allerdings als ein winziges Gebilde, welches mit seinen halbkreisförmigen freien Ende über die fest anliegenden Taschenränder kaum hervorragt. Das Hinabsinken dieser abgegliederten Überwinterungsknospen wird dadurch herbeigeführt, daß sich in den Zellen ihres Gewebes, und zwar selbst in jenen der Oberhaut,

große Stärkemehlkörner ausbilden, welche, gedrängt nebeneinander liegend, die Zellenräume förmlich vollpfropfen. Luftgefüllte Hohlräume, mittels welcher sich die Sommerpflanzen auf der Wasseroberfläche schwimmend erhalten, fehlen, die Spaltöffnungen sind geschlossen, und der ganze von der Außenwelt hermetisch abgeschlossene Körper hat nun ein spezifisches Gewicht, welches ihn auf den frostfreien Grund der Wasseransammlung hinabsinken macht. Dort erhält er sich über Winter im ruhenden Zustande. Mit Beginn der wärmeren Jahreszeit erwacht die Knospe aus ihrem Winterschlafe; die Stärkemehlkörner werden zum Aufbaue des angelegten Stammgliedes verwendet, und infolge der Entleerung jener Zellen, welche

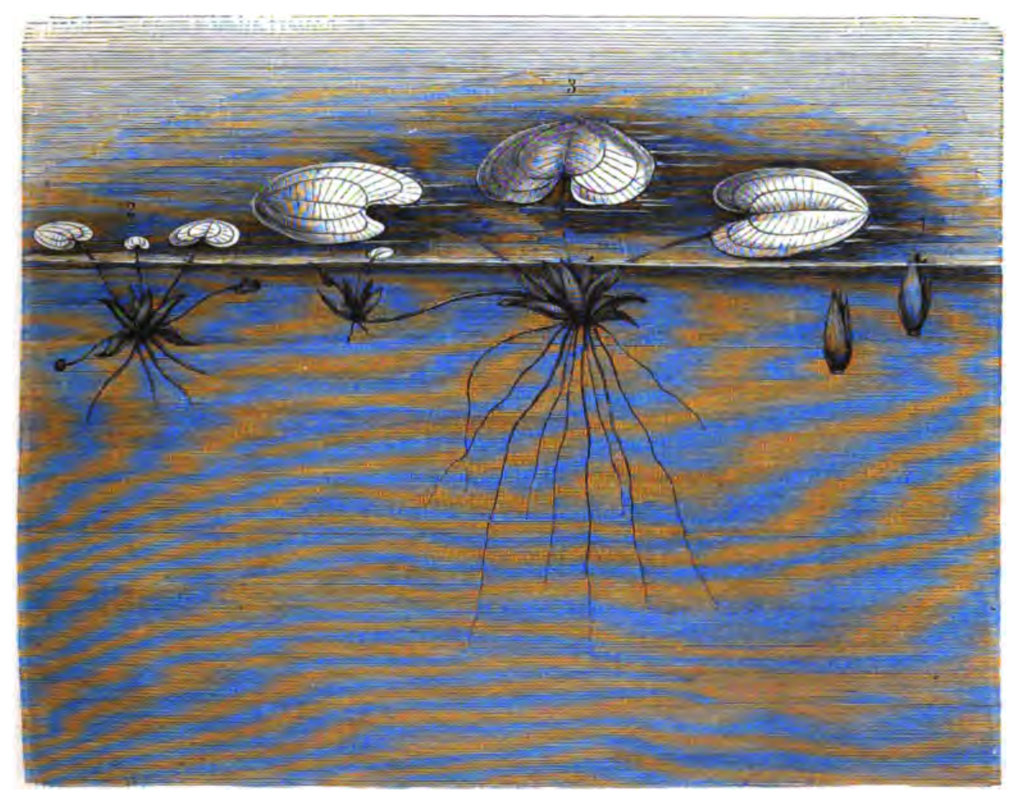


Froschbieß (Hydrocharis Morsus ranae). Von den Enden der Schößlinge lösen sich die Knospen ab, welche zur Überwinterung in den Grund des Wassertümpels hinabsinken. Vgl. Text, S. 741.

zur Aufspeicherung der Stärke gedient hatten, sowie infolge der Bildung luftgefüllter Hohlräume in den neugebildeten Geweben steigen die auswachsenden Knospen der genannten Arten von Lemna wieder zur Wasseroberfläche empor.

Derselbe Wechsel des Standortes im Verlaufe des Jahres wird auch an den Ablegern des in ruhigen Gewässern durch ganz Europa und einem großen Teil Asiens verbreiteten Froschbieß (Hydrocharis Morsus ranae) beobachtet. Diese Pflanze ist zwar mit reichlichen Wurzeln versehen, befestigt sich aber mit denselben niemals an den schlammigen Grund der Teiche, in welchen sie angesiedelt ist, sondern erhält sich den Sommer hindurch schwimmend an der Oberfläche, breitet ihre Laubblätter ähnlich wie die Seerosen auf dem Wasserspiegel aus und flutet mit ihren Wurzeln in der obersten Wasserschicht. Ihre Vermehrung geht im Sommer ungemein rasch durch Schößlingsbildung vor sich. Die Schößlinge entspringen in den Achseln der Laubblätter aus dem sehr kurzen, schwimmenden, aufrechten Stamme, sind

ziemlich lang, gleichen dicken Fäden, die sich nahe unter dem Wasserspiegel halten und auch eine zu diesem parallele Richtung bei ihrem Wachstum einhalten. Jeder Schößling schließt mit einer Knospe ab, die sich rasch aufthut, grüne, dem Wasserspiegel aufliegende Laubblätter hervortreibt und gebüschelte Wurzeln in das Wasser hinabsenkt. In kürzester Zeit gleicht der so gebildete Stock demjenigen, der den Schößling ausgesendet hatte, und ist auch wie dieser befähigt, selbst wieder Schößlinge zu entwickeln. So kommt es, daß binnen einigen Wochen die Wasseroberfläche mit unzähligen schwimmenden Stöcken des Froschbießes besetzt ist, von welchen je 10—20 wie durch horizontale Schnüre miteinander verbunden



Froschbieß (Hydrocharis Morsus ranae): 1. Knospen, welche am Grunde des Wassertümpels überwinterten und im Frühlinge an die Oberfläche emporgestiegen sind. — 2. Junge schwimmende Pflanze, welche sich aus einer emporgestiegenen Knospe entwickelt hat. — 3. Ältere schwimmende Pflanze. Vgl. Text, S. 742.

sind. Aus den kräftigeren Stöcken erheben sich nun die anmutigen Blüten über den Wasserspiegel. Aber das Blühen ist nur von kurzer Dauer und hat auch nur selten einen Erfolg, d. h. nur selten werden Früchte mit keimfähigen Samen ausgebildet. Ist die Blütezeit abgelaufen und rückt der Herbst heran, so kommen neuerdings Schößlinge zum Vorschein, welche mit Knospen abschließen; dieselben sind aber kürzer als jene des Frühlinges, auch senken sie sich infolge des größeren Gewichtes der von ihnen getragenen Knospe mehr nach abwärts, und auch die Knospen selbst haben eine etwas abweichende Form, sie sind sehr fest, nach außen von knapp anliegenden Niederblättern umschlossen und erreichen beiläufig die Größe eines kleinen Dattelsamens. Sobald der Stamm dieser Knospe mit der hinreichenden Menge von Mehl und anderen Reservestoffen ausgestattet ist, löst er sich von dem fadenförmigen Träger ab, die Knospe sinkt in die Tiefe (s. Abbildung, S. 740) und kommt

auf den Schlamm im Grunde des Teiches zu liegen. Die oben schwimmende Pflanze aber, von welcher sie ausgebildet wurde, stirbt vollends ab und verwest. Es ist auch höchste Zeit, oben das Feld zu räumen, denn bald darauf überzieht sich der Wasserspiegel mit Eis, welches monatelang jede Lebensthätigkeit unmöglich machen würde. Ist der Frühling wieder ins Land gekommen, und sind die Teiche und Tümpel vom Eise befreit, so regt sich auch im Schlamme der Tiefe neues Leben. Die Knospen des Froschbießes, welche dort überwintert haben, lockern sich, einzelne Zellenräume füllen sich mit Luft, und das ganze Gebilde hebt sich zum Wasserspiegel empor (s. Abbildung, S. 741). Hier angekommen, gehen die Niederblätter rasch auseinander, grüne Laubblätter legen ihre Spreiten auf die sonnige Wasserfläche, Wurzeln senken sich abwärts in die laue Flut, und es dauert nicht lange, so beginnt auch schon wieder die Entwickelung von Schößlingen, wie sie früher geschildert wurde. Daß bei dem Niedersinken und Aufsteigen der Knospen im Wasser Abweichungen von der Lotlinie und mitunter bedeutende Ortsveränderungen vorkommen, ist selbstverständlich. Thatsächlich wird auch beobachtet, daß der Froschbieß in seinen Standorten sehr wechselt, und daß bisweilen an der Stelle, wo in dem einen Jahre die Wasseroberfläche mit unzähligen Stöcken besetzt war, im darauf folgenden Sommer nicht eine Spur dieser Pflanze zu sehen ist, während sich 100 Schritt davon entfernt einige neue Bestände ausgebildet haben.

Auch die Wasserschlauchgewächse (Utricularia), die Aldrovandien (**Aldrovandia vesiculosa**, s. Band I, S. 141) sowie die Wasserfeder (**Hottonia palustris**), welche mit Eintritt des Spätherbstes die erkaltenden und erstarrenden oberen Wasserschichten verlassen und sich in die frostfreie Tiefe zurückziehen, bilden zu diesem Behufe besondere Wanderknospen aus; dieselben sind aber nicht, wie jene des Froschbießes, von Niederblättern eingehüllt, sondern stellen eigentlich nur sehr verkürzte Triebe dar, deren kleine, grüne Laubblätter so dicht beisammenstehen und so fest zusammenschließen, daß der ganze Trieb als ein rundlicher oder elliptischer dunkelgrüner Ballen erscheint. Solche Ballen bleiben mit einem Stücke des schwimmenden Stammes, der sie ausgebildet hat, verbunden. Dieser welkt im Spätherbste, beginnt zu verwesen, sinkt in die Tiefe und zieht dabei auch den ihm anhaftenden Ballen mit hinab. Manchmal lösen sich übrigens die grünen Ballen auch schon von dem nahe der Wasseroberfläche schwimmenden und dort im Herbste verwesenden Stamme ab und sinken für sich allein in den Teichgrund hinab, wobei es nicht fehlen kann, daß sie nach verschiedenen Richtungen hin verbreitet werden. Die Blätter dieser ballenförmigen Ableger sind nicht verdickt und wachsen im nächsten Sommer, wenn die Ballen ihre Winterquartiere verlassen und wieder in die oberen Schichten der Wasseransammlung emporgetaucht sind, zu grünen Laubblättern aus. Daß die mit dem Froschbieß verwandte Wasserschere (Stratiotes aloides) ähnliche Wanderungen im Laufe des Jahres ausführt, wurde bei anderer Gelegenheit bereits in Band I, S. 70 und 628 erzählt, und es ist hier nur noch darauf aufmerksam zu machen, daß die Wasserschere ihre Winterquartiere nicht in Knospenform bezieht, sondern in Form offener Rosetten zum Teichgrunde hinabsinkt, um im darauf folgenden Frühlinge bei günstigem Wetter wieder emporzusteigen.

Abweichend von den bisher besprochenen Sumpf- und Wasserpflanzen verhalten sich die Laichkräuter **Potamogeton crispus, obtusifolius, pusillus** und **trichoides**. Gegen den Herbst zu bilden sie zwar gleichfalls Ableger in Gestalt dicker Sprosse mit abstehenden, kurzen Blättern (s. Abbildung, Band I, S. 515) oder lange, schmale, mit Niederblättern umhüllte Knospen, welche sich von dem verwelkenden alten Stamme ablösen und in den Teichgrund hinabsinken, aber diese Ableger heben sich im nächsten Sommer nicht mehr in die oberen Wasserschichten empor, sondern bleiben an dem Punkte, wo sie hingefallen sind, im Schlamme stecken, treiben dort Wurzeln und entwickeln aus den kleinen Knospen, welche schon im Herbste in den Achseln der hornartigen Blätter des Ablegers angelegt wurden,

beblätterte, vielverzweigte Stengel, welche rasch gegen den Wasserspiegel hinaufwachsen. Diese im Grunde der Wasseransammlung festgewurzelten Laichkräuter vermehren sich nicht nur durch die erwähnten, das Wasser durchteufenden Ableger, sondern auch noch durch Stocksprosse, welche im Schlamme weit und breit herumkriechen. Durch die im Herbste an den oberen Stengelgliedern ausgebildeten, sich dann ablösenden und im Wasser schwimmenden Sprosse oder Knospen wird aber jedenfalls eine Verbreitung auf viel größere Entfernungen erzielt, als dies durch die im Schlamme kriechenden Stocksprosse möglich wäre.

Eine sehr merkwürdige Verbreitung der Ableger wird bei der südlich vom Wendekreise an der Küste von Australien sehr häufigen Seegrasart Cymodocea antarctica beobachtet. Dieses Gewächs besitzt einen aufrechten Stamm, der dicht mit zweizeilig gestellten Laubblättern von trübgrüner Färbung besetzt ist. Die unteren Blätter fallen schon frühzeitig ab, und der entblößte, narbige Stamm trägt dann nur an seiner Spitze ein Büschel bandförmiger Blätter. Gegen Ende des Winters sieht man oberhalb dieser bandförmigen Blätter die Spitze des Stammes eigentümlich ausgestaltet. Die Stengelglieder sind dort sehr verkürzt, und an dem untersten Gliede erscheint ein in vier Lappen gespaltenes Niederblatt, welches wie ein Becher die von den weiter aufwärts folgenden Gliedern ausgehenden Blätter umfaßt. Aus den Achseln eines oder zweier dieser Blätter entstehen Knospen, während die Blätter selbst absterben und verwesen. Auch das Parenchym des becherförmigen, in vier Lappen gespaltenen Niederblattes verwest, und es bleiben von demselben nur die starren Stränge zurück, so daß nun an Stelle des Bechers kammförmige Schuppen erscheinen. Nachdem sich diese Veränderung vollzogen hat, zerklüftet das Gewebe des Stammes unterhalb der kammförmigen Schuppen, und der ganze Sproßgipfel wird durch die Bewegungen des Wassers von dem längst entblätterten unteren Stammteile abgetrennt und fortgetrieben. Es hängt von den örtlichen Verhältnissen am Meeresufer ab, wie weit und wie lange dieses Forttreiben stattfindet. Früher oder später kommt der abgelöste schwimmende, zu einem wandernden Ableger gewordene Sproß wieder zur Ruhe, wobei die nachschleifenden kammförmigen vier Schuppen die Rolle eines Ankers übernehmen. Hat der Anker gefaßt, so entwickeln sich aus den untersten Stengelgliedern des Sprosses 2—4 Wurzeln, welche, zwischen den Zähnen des kammförmigen Ankers hindurchdringend, in den schlammigen Boden wachsen und dort den Ableger unverrückbar festigen. Das alles geschieht am Ende des Winters. Im Laufe des folgenden Sommers wächst der ungefähr 8 cm lange, im Schlamm verankerte und eingewurzelte Sproß wieder zu einem Stamme von der Höhe eines Meters heran, und im nächsten Winter löst sich sein Gipfel neuerdings in der angegebenen Weise ab. Bei früherer Gelegenheit (S. 452) wurde bereits erwähnt, daß diese seltsame Meerespflanze nur äußerst selten blüht und fruchtet, ein Umstand, welcher zu der Annahme berechtigt, daß die von ihr gebildeten unübersehbaren Bestände, welche längs der Küste Neuhollands vorkommen, den von Meeresströmungen verbreiteten Ablegern ihre Entstehung verdanken.

Weit einfacher als an diesen Wassergewächsen vollzieht sich die Verbreitung von Ablegern durch das Meereswasser bei Tangen, Ulvaceen und Florideen. Wenn das Meer durch heftige Stürme bis in seine Tiefen aufgewühlt war und die Springflut weiter als gewöhnlich den Küstensaum unter Wasser gesetzt hatte, lassen die ablaufenden Wellen immer Bruchstücke der genannten Pflanzen in Hülle und Fülle am Strande zurück. Dieselben wurden durch den Anprall des bewegten Wassers von den in der Tiefe festgewachsenen Bändern, Netzen und Fäden abgerissen und werden nun von den Wogen fortgetragen. Nicht wenige derselben spült das Wasser in das Geklüft der felsigen Küste oder bettet sie in den Sand und Schlamm des Strandes ein, und siehe da, die Mehrzahl derselben wächst an solchen Stellen fröhlich weiter, allerdings unter der Bedingung, daß dort das

Wasser sich niemals ganz zurückzieht, und daß die neue Verbindung, welche die Bruchstücke mit der Unterlage eingegangen sind, nicht durch eine neue Springflut zerstört wird.

An den Ufern der Flüsse und Ströme spielt sich übrigens ähnliches ab. Die Pflanzenreste, welche das Hochwasser mitführt, und die bei sinkendem Wasserstande als wüstes Haufwerk eingeschlammt und eingesandet in stillen Buchten des Ufergeländes zurückbleiben, verfallen nur zum Teile der Verwesung; ein großer Teil erhält sich frisch und lebendig, schlägt Wurzeln und treibt kräftige Sprosse empor. Im Stromgebiete der Donau sind es neben den häufigen Stocksprossen des Rohres, verschiedener Binsen und Schilfe (Phragmites, Scirpus, Typha) abgebrochene Reiser der Bruchweide (Salix fragilis), Wurzelstücke des Sanddornes (Hippophaë rhamnoides), Rhizomstücke des Wasserfenchels und Kalmus (Phellandrium aquaticum und Acorus Calamus), beblätterte Zweige und Stocksprosse verschiedener Arten von Laichkraut, Tausendblatt und Wasserranunkel (Potamogeton, Myriophyllum, Ranunculus aus der Gruppe Batrachium), deren Verbreitung auf die angegebene Weise stattfindet. Die Gewächse werden mitunter an Orten angesiedelt, wo früher in meilenweitem Umkreise kein Stock derselben zu sehen war, und man kann sich auch durch den Augenschein überzeugen, daß thatsächlich durch strömendes Wasser die Verbreitung ihrer Ableger in kürzester Zeit auf weite Entfernungen und im großen Maßstabe stattfindet. Der größte Teil solcher im neuen Schwemmlande angesiedelter Gewächse stammt von den durch die hochgehenden Fluten unterwaschenen Ufern, ein anderer Teil aus sumpfigen Gräben, Mulden und Rinnen unweit des Ufers, in welche die angeschwollenen Gewässer eingedrungen waren, und die von ihnen gründlich aufgewühlt, ausgeschwemmt und auch des Pflanzenwuchses teilweise beraubt wurden.

Auf weniger stürmische Weise findet die Verbreitung von Ablegern durch kleine, klare Bäche statt, welche zwischen Röhricht und Binsen mit mäßigem Gefälle dahinfließen und kaum jemals über die Ufer treten. Lebhaftere Strömung findet da nur in der Mitte des Rinnsales statt; dagegen hält sich das Wasser am Ufer, zumal in den kleinen Ausbuchtungen desselben, fast so still und ruhig wie in einem ringsum abgeschlossenen Tümpel. An solchen ruhigen Stellen finden sich auch, durch Wasservögel eingeschleppt, schwimmende Pflanzen ein, deren Wurzeln am Untergrunde nicht festhaften, sondern im Wasser fluten, oder die überhaupt der Wurzeln ganz entbehren, wie z. B. Riccia fluitans und natans, Lemna und Wolffia, in tropischen Gebieten auch Azolla und Pistia. Alle diese Gewächse vermehren sich ungemein rasch. Während sie an der einen Seite fortwachsend sich gabeln und spreizende Läppchen und Sprosse bilden, sterben sie von der anderen Seite her ab, was natürlich eine Trennung in mehrere Stücke, beziehentlich in Ableger zur Folge hat. Diese Stücke reihen und ordnen sich mosaikartig zu einem Bestande, welcher wie ein grüner Teppich über die Wasseroberfläche gebreitet ist. Nimmt die Zahl der Ableger und damit auch der Umfang des Teppiches zu, so werden einzelne Teile des Bestandes aus der ruhigen Ausbuchtung des Ufers in das fließende Wasser des mittleren Bachrinnsales vorgeschoben, dort werden sie von der Strömung erfaßt und entführt und oft erst in weiter Ferne wieder an irgend einer ruhigen Stelle des Ufers zurückgelassen, wo sie dann den Ausgangspunkt für eine neue Kolonie von Ablegern bilden können.

Auch das Regenwasser spielt bei der Verbreitung der Ableger eine wichtige Rolle. In dieser Beziehung sind insbesondere die Ableger des weitverbreiteten, auf feuchter Erde ungemein häufigen Lebermooses (Marchantia polymorpha) erwähnenswert, deren Entwickelung in den Abbildungen auf S. 23 dargestellt ist. Auf dem dunkelgrünen, laubähnlichen Lager dieses Lebermooses erheben sich Ringwälle, die allmählich zu förmlichen Bechern heranwachsen (Fig. 1). In der Tiefe eines jeden Bechers sieht man papillenförmige Zellen, deren jede sich durch eine Querwand in zwei Hälften, eine obere und eine untere, teilt. Aus

der oberen Hälfte entsteht durch weitere Teilungsvorgänge eine grüne Zellplatte (Fig. 3), aus der unteren ein kurzer Träger derselben. Aber nur ein Teil der Papillen am Boden des Bechers zeigt diese Entwickelung, an einem anderen Teile wird die obere Hälfte nur unbedeutend vergrößert und erhält die Gestalt eines Köpfchens. Die äußeren Hautschichten dieser köpfchenförmigen Zellen quellen nun auf, bilden eine gallertartige Masse, und indem diese an Umfang zunimmt, hebt sie die grünen Zellplatten aus dem Grunde des Bechers immer höher und höher empor (Fig. 2). Endlich sind diese nahe dem Becherrande angekommen und werden von da durch das niederträufelnde und überquellende Regenwasser mit Blitzesschnelle fortgespült. Auch die Ableger anderer Lebermoose, namentlich die kugeligen Zellenballen, welche in den halbmondförmigen Taschen der **Lunularia** und in den flaschenförmigen Aussackungen der **Blasia pusilla** entstehen, die Zellenpaare, die an der oberen Fläche der **Aneura multifida** hervorkommen, die einzelnen Zellen, welche vom Rande der Blättchen so vieler Lebermoose sich ablösen, die mehrzelligen Ableger, die von der auf Baumborke so häufigen **Radula complanata** abgeschieden werden, die rundlichen Zellenplatten, die am Saume des laubförmigen Thallus der **Metzgeria pubescens** hervorwachsen, endlich auch die ballenförmigen und scheibenförmigen Zellgruppen, welche sich auf der Fläche der Blättchen zahlreicher Laubmoose (z. B. verschiedener Arten der Gattungen **Leucobryum, Grimmia, Zygodon, Orthotrichum, Barbula, Calymperes**) ausbilden, werden vorwaltend durch Regenwasser verbreitet. In manchen dieser Fälle wird nicht nur die Verbreitung, sondern auch die Ablösung der kleinen Ableger durch die Regentropfen veranlaßt; in anderen Fällen dagegen erfolgt die Ablösung schon vor dem Beginne des Regens, und es werden nicht nur bei der oben geschilderten **Marchantia**, sondern auch bei **Blasia** und **Aneura** die Ableger zuerst durch Zellhautschichten, welche zur Gallerte aufquellen, abgetrennt und aus ihrem Verstecke emporgehoben und dann erst durch den fallenden Regen weggespült und verbreitet. Daß diese kleinen Ableger auch durch heftige Windstöße von ihren Ursprungsstätten entführt werden können, ist allerdings richtig. Man kann das Ablösen und Abspringen der obersten kleinen Zellenscheiben der **Marchantia** durch heftiges Anblasen bewirken, aber bei trockener Luft und auf trockenem Boden schrumpfen die scheibenförmigen Ableger rasch zusammen und gehen in kurzer Zeit zu Grunde, so daß also die Verbreitung durch Luftströmungen nicht von Erfolg begleitet ist, während die durch Regengüsse fortgespülten Ableger der genannten Leber- und Laubmoose dort, wo sie abgesetzt werden, sofort anwachsen und auch rasch zur weiteren Entwickelung gelangen. Eine wichtige Rolle spielen diese durch Regenwasser fortgespülten Ableger insbesondere bei der Überkleidung der Baumborke mit Leber- und Laubmoosen. Es braucht sich nur einmal ein kleiner Rasen von **Radula, Metzgeria** und dergleichen angesiedelt zu haben; wenn dann bei einem Ungewitter das Regenwasser über die Baumstämme herabrieselt, so schwemmt es Mengen von einzelligen, ballenförmigen und scheibenförmigen Ablegern fort, um sie an vorspringenden Leisten und Höckern wieder abzusetzen, und thatsächlich erfolgt die rasche Überkleidung dicker, alter Baumstämme mit den grünen Teppichen und Vliesen aus Leber- und Laubmoosen zum größten Teile durch Vermittelung des Regenwassers.

Ganz ähnlich wie bei **Marchantia** findet die Verbreitung der Ableger bei dem auf Seite 605, Fig. 6 und 7 abgebildeten Pilze **Cyathus striatus** statt. Die Ableger sind hier einzellige Sporen, welche im Inneren kleiner eiförmiger Gehäuse gebildet werden. Zahlreiche solche Gehäuse sind am Grunde des becherförmigen Pilzes mit fadenförmigen Strängen befestigt. Bei Befeuchtung durch niederfallenden Regen quellen die äußeren Schichten der eiförmigen Gehäuse bedeutend auf, so daß sie sich gegenseitig über den Rand des Bechers emporheben, von wo sie dann durch das abfließende Regenwasser weggespült werden.

Vergleichsweise selten werden durch das Regenwasser knospen- und sproßförmige Ableger verbreitet. Doch gibt es auch hierfür ein sehr interessantes Beispiel, nämlich das weitverbreitete, auf lehmigem, ebenem Boden mit besonderer Vorliebe wachsende Scharbockkraut (**Ficaria ranunculoides**), von welchem ein einzelner Stock auf S. 456, Fig. 3 abgebildet ist. Diese Pflanze entwickelt in den Achseln der grünen Laubblätter Ableger, welche die Form kleiner Knollen haben und nicht nur durch die Gestalt, sondern auch durch die bleiche Färbung mit den jüngsten Entwickelungsstufen der Kartoffelknollen einige Ähnlichkeit besitzen (Fig. 6). Sobald die Blätter und Stengel des Scharbockkrautes zu vergilben und zu welken beginnen, was schon im Frühsommer der Fall ist, lösen sich die Knöllchen vom Stamme ab und kommen auf die Erde zu liegen. Für gewöhnlich entgehen sie dort der Beobachtung, da sie von dem vergilbten sommerlichen Laubwerk verdeckt sind; kommt es aber bei Gelegenheit eines Gewitters zu einem heftigen Regen, so werden die welken Laubblätter durch die Gewalt der anprallenden Tropfen auf den Boden niedergedrückt und die kurz vorher abgefallenen Knöllchen werden sichtbar. Bisweilen wird durch die fallenden Regentropfen auch die Ablösung der Knöllchen von der Mutterpflanze beschleunigt. Ist das Regenwasser so reichlich, daß es in Form kleiner Wasseradern abfließt, so werden die losen Knöllchen häufig weggespült. Wenn nun gar ein Platzregen über dem mit Scharbockkraut reichlich bewachsenen Gelände niedergeht, so kann eine große Zahl der kleinen Knollen fortgeschwemmt und, wenn das Wasser sich verläuft, am Rande der Rinnsale abgesetzt und aufgehäuft werden. An solchen Stellen ist die Menge der zusammengeschwemmten Knöllchen manchmal so groß, daß man Hände voll davon aufsammeln kann. Es darf nicht überraschen, wenn das Landvolk, welches die unter Laub versteckten Knöllchen früher nicht bemerkte und nun nach dem Gewitter ganz unerwartet so große Mengen derselben aufgehäuft sieht, die Meinung hegt, daß die besagten Gebilde mit dem Regen vom Himmel gefallen seien, und daß sich so die Sage von dem Kartoffelregen ausbildete.

Die kleinen Knöllchen, welche in den Achseln der Blätter der auf S. 456, Fig. 1 abgebildeten, in den südrussischen Steppengebieten heimischen **Gagea bulbifera** entstehen, werden in ganz ähnlicher Weise wie jene des Scharbockkrautes durch Regenwasser verbreitet. Damit komme ich aber auch zu dem vielbesprochenen Mannaregen in den Steppen und Wüsten, der ja im Grunde auch nichts anderes als die Wanderung von Ablegern einer Flechte, nämlich der Mannaflechte, ist. Die Mannaflechte, welche von den älteren Botanikern **Lichen esculentus** genannt, von den neueren zu verschiedenen Zeiten in die Gattungen **Urceolaria**, **Lecanora**, **Chlorangium** und **Sphaerothallia** eingereiht wurde, und die, wie es scheint, in drei Arten, nämlich in **Lecanora esculenta**, **L. desertorum** und **L. Jussufii** gegliedert ist, erscheint über ein ungeheures Gebiet im südwestlichen Asien verbreitet und dehnt ihren Verbreitungsbezirk bis in das südöstliche Europa und nördliche Afrika aus. Man kennt diese Flechte aus der Umgebung Konstantinopels, aus der Krim und dem Kaukasus, der Kirgisensteppe und den tatarischen Wüsten, aus Persien, woher die Abbildung in Band I, Seite 518 stammt, ferner aus Kurdistan, der Umgebung des Wansees, von den Hochebenen Lykaoniens, aus der Umgebung Diarbekrs, aus Mesopotamien und dem anatolischen Hochlande vom Bulgar Dagh im Taurus, wo sie noch in der Seehöhe von 2700 m ungemein häufig angetroffen wird, endlich auch aus der Sahara und zwar am Wüstensaume entlang der Grenze Algeriens. Sie bildet zuerst auf den Steinen, und zwar mit Vorliebe auf kleinen, lose herumliegenden Kalksteinen, dicke, gefurchte und warzige Krusten, deren Farbe oberflächlich einer Mischung von Grau und Ockergelb entspricht, während der Anbruch wie der eines zerdrückten Weizenkornes rein weiß erscheint. Im Alter werden diese Krusten rissig und heben sich von ihrer Unterlage teilweise oder ganz ab. Schon bei diesem Abheben rollen sich die Ränder des abgelösten Stückes

etwas zurück; später geht die Rollung noch weiter, und die abgelöste Mannaflechte bildet nun einen ellipsoidischen oder kugeligen, warzigen Körper mit einem auf das äußerste beschränkten zentralen Hohlraum. Bisweilen werden hierbei kleine Steinchen in den Hohlraum des kugeligen Körpers eingepferchet, in welchem Falle das Gewicht der losen Mannaflechte sich entsprechend erhöht; gewöhnlich aber ist der Hohlraum mit Luft gefüllt, und solche Stücke haben dann ausgetrocknet ein sehr geringes Gewicht. Zehn lose Mannaflechtenstücke, jedes von der Größe einer Haselnuß, wogen 3,36 g, und das Gewicht eines einzelnen Stückes beträgt daher im Mittel nur 0,34 g. Da ist es begreiflich, daß die losen Mannaflechten durch den Anprall des Windes ins Rollen kommen, ja, daß sie mitunter durch Stürme von ihrer Lagerstätte emporgehoben und streckenweise durch die Lüfte geführt werden. In jenen Gebieten, wo die Regenzeit keine ausgiebigen Wassermengen spendet, und wo zeitweilig furchtbare Stürme die Wüstenthäler durchbrausen, scheint diese Art der Verbreitung die vorherrschende zu sein, wofür insbesondere der Umstand spricht, daß in diesen Gebieten die Mannaflechte nach den Stürmen vorzüglich hinter dem niederen Gestrüpp und Buschwerk aufgeschichtet liegt, also gerade dort, wo die Gewalt des Sturmes einigermaßen gebrochen und auch der Flugsand in Form kleiner Hügel angehäuft wird. In jenen Gegenden aber, wo dem langen, regenlosen Sommer eine Periode mit reichlichen Niederschlägen folgt, wo auf das monatelang ausgetrocknete Land so große Regenmengen niederfallen, daß das Erdreich sie auf einmal aufzunehmen gar nicht im stande ist, sammelt sich ein Teil des Regenwassers zu kleinen Adern, welche alles, was beweglich und schwimmfähig ist, mit sich fortspülen. Es fließen die trüben Wasseradern über den geneigten Boden hin, den tiefsten Stellen des Geländes zu und vereinigen sich dort zu größeren Gerinnen, oder es erhält sich das Wasser, wenn es keinen Abfluß findet, eine Zeitlang in den Vertiefungen in Form kleiner Pfützen und Lachen und lagert dort den mitgeführten Schlamm und die fortgespülten Pflanzenteile ab. Das letztere ist insbesondere der Fall auf dem mit kleinen Steinen besäeten Steppenboden, wo zwischen den sanften Höhen ein Labyrinth seichter Mulden und gewundener Thälchen eingesenkt ist, ebenso in Landschaften, welche den Charakter des Karstes zeigen, wo nämlich die felsigen Plattformen von unzähligen kesselförmigen Gruben unterbrochen werden. In solchen Gegenden wird die Mannaflechte vorzüglich durch das Regenwasser in die Vertiefungen zusammengeschwemmt und zwar in manchen Jahren in so großer Menge, daß sie Haufen in der Höhe von 4—6 Zoll bildet, und daß ein einzelner Mann im Laufe eines Tages leicht 4—6 kg (beiläufig 12,000—20,000 Stück von Erbsen- bis Haselnußgröße) zu sammeln vermag. Das ist insbesondere in den Steppengebieten und in den Hochländern des südwestlichen Asien der Fall, wo die Mannaflechte in Hungerjahren als Ersatz für Getreide genommen, gleich diesem vermahlen und zu Brot (allerdings einem wenig schmackhaften Brot) gebacken wird. Daß in diesen Gebieten der Transport der Mannaflechte vorzüglich durch das Regenwasser erfolgt, geht auch daraus hervor, daß die in den Gruben aufgeschichteten Flechten an ihrer Außenseite nicht im geringsten abgerieben sind, was doch der Fall sein müßte, wenn sie auch nur auf kurze Entfernungen über steinigen Boden gerollt und geschleift worden wären. Auch ist bemerkenswert, daß alle größeren sogenannten Mannaregen, von welchen die Kunde aus dem Orient nach Europa gedrungen ist, also speziell jene in den Jahren 1824, 1828, 1841, 1846, 1863 und 1864, zu Beginn des Jahres, im Januar bis März, also zur Zeit, wo dort heftige Gußregen niedergehen, stattfinden. Wenn die dortige Bevölkerung der Meinung huldigt, es sei die Manna vom Himmel gefallen, und wenn sie ganz übersieht, daß dieses pflanzliche Gebilde in unmittelbarer Nähe der Sammelorte, wenn auch nur zerstreut und vorwaltend als Kruste den Steinen anhaftend, wächst und sich entwickelt, so darf es ebensowenig überraschen, wie die Ansicht unserer Bauern, daß die Knöllchen des Scharbockkrautes

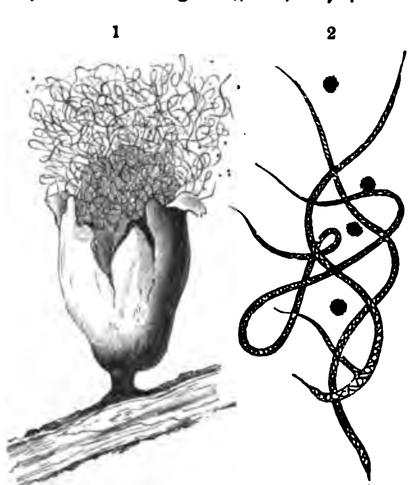
mit dem Regen aus der Atmosphäre gekommen seien. Einschaltungsweise sei hier noch erwähnt, daß die Manna der aus Ägypten nach dem Gelobten Lande wandernden Juden und die hier besprochene und in Band I, S. 518 abgebildete Flechte ein und dasselbe sind, und daß die ältere Ansicht, wonach die Manna der Wüste der infolge des Einflusses schmarotzender Schildläuse ausfließende und erhärtende Saft einer Tamariske (**Tamarix gallica mannifera**) sei, jeder Begründung entbehrt.

Unter den Ablegern, welche durch Luftströmungen verbreitet werden, nehmen die Sporen den ersten Rang ein. Mehrere Lepromyceten und Ascomyceten entwickeln einen Teil ihrer Sporen durch Abgliederung von den freien Enden besonderer Träger. Diese Träger erheben sich über die von dem Mycelium durchwucherte oder übersponnene Unterlage in die freie Luft, so daß die abgegliederten und nur noch lose zusammenhängenden Sporen durch die geringste Bewegung in der Atmosphäre entführt werden können. Bei den unter den Namen **Aspergillus** und **Penicillium** bekannten Schimmeln werden an dem Ende eines jeden fadenförmigen Trägers ganze Reihen von Sporen abgegliedert (s. Abbildung, S. 18, Fig. 4, 5, 8 und 9), und da gewöhnlich viele Träger dicht gedrängt nebeneinander stehen, so vermag ein einziger Windstoß unzählbare Mengen von Sporen zu entführen. Bläst man die in Beständen wie ein kleiner Wald vereinigten Träger der Sporen nur ganz leicht an, so wirbeln die Sporen in Form von Staub in die Luft, und da sie ein sehr geringes Gewicht haben, erhalten sie sich nicht nur lange Zeit schwebend in der Atmosphäre, sondern werden auch in scheinbar ganz ruhiger Luft durch jene Ausgleichsströmungen, die aus Anlaß geringer Temperaturverschiedenheiten fortwährend stattfinden, bald gehoben, bald gesenkt, bald wieder in wagerechter Richtung oder im Wirbel fortgetrieben, bis sie endlich an irgend einem festen Punkte stranden und dort zum Ausgangspunkte für eine neue Schimmelbildung werden. Die von den Hymenomyceten am Ende der sogenannten Sterigmen abgegliederten Sporen (s. Abbildung, S. 608, Fig. 1 und 2) können gleichfalls durch den Anprall des Windes abgelöst und entführt werden, aber erfahrungsgemäß lösen sich bei diesen Pilzen die meisten Sporen bei ruhiger Luft von selbst ab, fallen auf die Erde, überdecken diese als eine zarte Staubschicht und werden erst von dieser Ablagerungsstätte durch die bewegte Luft entführt.

Die Sporen der Brandpilze sowie jene in den Äcidien der Uredinaceen (s. S. 606) sind anfänglich von zarten Häuten überdeckt und bisweilen in besonderen Behältern eingebettet. Sobald sie die volle Reife erlangt haben, stellen sie eine pulverige Masse dar, die verhüllende Haut birst, und die nun zu Tage liegenden Sporen werden durch den Wind als Staub fortgeblasen. Hatten sie sich in vertieften Behältern entwickelt, so geht dem Fortblasen eine Erschütterung des Behälters voraus, welche ein Ausfallen der pulverförmigen Sporen aus der Mündung des Behälters in die bewegte Luft zur Folge hat. Bei den meisten Schleimpilzen und Bauchpilzen (s. Abbildung, S. 485 und 605 und S. 749, Fig. 2) werden gleichzeitig mit den Sporen zarte, gewundene Fäden ausgebildet, die man Kapillitium genannt hat. Das Gewirre dieser Fäden mit den dazwischenliegenden Sporen ist von einer Haut umschlossen (s. Abbildung, S. 749, Fig. 1). Wenn diese Haut zur Zeit der Reife aufspringt und dadurch eine Öffnung des Sporenbehälters hergestellt wird, so können zunächst doch nur jene Sporen vom Winde fortgeblasen werden, welche sich in unmittelbarer Nähe der Öffnung befinden; die tiefer liegenden werden durch das Kapillitium zurückgehalten. Nun bauschen sich aber bei dem Wehen trockener Winde auch tiefere Schichten des Kapillitiums empor, und dadurch werden immer wieder neue Mengen von Sporen aus der Tiefe an die Öffnung gebracht. So kommt es, daß die Sporen dieser Pflanzen nur in gemessenen Absätzen und nur zur geeigneten Zeit, nämlich nur dann, wenn trockene Winde wehen, verbreitet werden. Eine ähnliche Einrichtung zeigen auch die dem Stamme

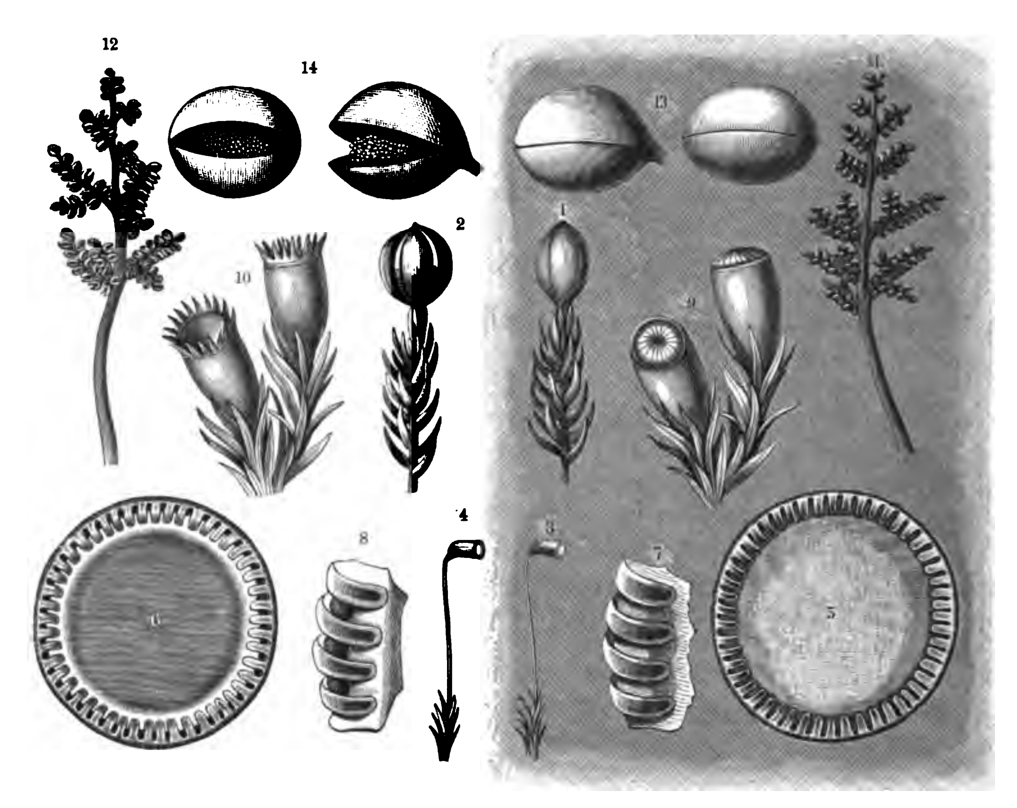
der Moose angehörenden Marchantiaceen, Anthocerataceen und Jungermanniaceen. In den Sporengehäusen dieser Pflanzen finden sich neben den Sporen eigentümliche fadenförmige, sehr hygroskopische Zellen mit schraubig verlaufenden Verdickungsleisten der Zellwände (s. S. 628). Man hatte dieselben Schleudern (Elateren) genannt, weil man der Ansicht huldigte, daß durch ihre Bewegungen ein Ausschleudern der Sporen bewirkt werde. Ihre Bedeutung liegt aber weniger im Ausschleudern, als vielmehr darin, daß durch sie auch nach der Eröffnung der Gehäuse die Sporen noch zusammengehalten und nur allmählich den Winden preisgegeben werden. Auch sind sie bei dem Aufspringen der Sporengehäuse beteiligt, was jedoch hier nicht weiter in Betracht kommt.

Von den mannigfachen Einrichtungen, welche bei den der Elateren entbehrenden Moosen zum Behufe der Verbreitung der Sporen durch den Wind getroffen sind, sollen hier nur drei der auffallendsten erläutert werden. Zunächst jene, welche man an den Andreäaceen beobachtet (s. Abbildung, S. 750, Fig. 1 und 2). Das Sporengehäuse öffnet sich bei diesen Moosen mit vier Längsspalten. Doch reichen die Spalten nicht bis zum freien Ende des Gehäuses, und die vier Stücke, in welche sich die Wand des Gehäuses gespalten hat, und welche mit den Dauben eines Fasses verglichen werden könnten, bleiben am freien Ende des Sporengehäuses verwachsen. Bei feuchtem Wetter liegen die Wandstücke dicht aneinander, und dann sind auch die Spalten geschlossen (s. Abbildung, S. 750, Fig. 1). Bei trockenem Wetter findet dagegen eine Krümmung der Wandstücke statt, die Spalten klaffen dann weit auseinander, und die Sporen können in dem Maße, wie sie ausgereift sind, von den trockenen Winden aus dem Inneren des Gehäuses herausgeblasen werden (s. Abbildung, S. 750, Fig. 2). Ganz anders erfolgt das Ausstreuen der Sporen bei den Widerthonmoosen (Polytrichum), von welchen eine Art durch die Abbildung auf S. 750, Fig. 3—7 zur Anschauung gebracht ist. Nachdem der Deckel, welcher dem Sporengehäuse früher aufgesessen hatte, abgefallen ist, bekommt man ein zartes, weißliches Häutchen zu sehen, das von den Spitzen zahlreicher derber Zähne festgehalten und wie die Haut einer Trommel über die mit einer Ringleiste versehene Mündung des becherförmigen Gehäuses ausgespannt ist. Wenn Regen und Tau die Moose benetzten, sieht man die Zähne stark einwärts gekrümmt, das Häutchen liegt dann der Ringleiste auf und bildet einen vollständigen Verschluß des Sporengehäuses (Fig. 4 und 5). In trockener Luft dagegen, zumal bei dem Wehen trockener Winde, richten sich die Zähne etwas auf, heben das Häutchen über die Ringleiste empor, und dadurch entstehen zwischen den Zähnen kleine Löcher, durch welche die Sporen entlassen werden können (Fig. 6 und 7). Derselbe trockene Wind, welcher die Änderung in der Stellung der Zähne veranlaßte, schüttelt nun aus dem von einer elastischen Borste getragenen, mit zahlreichen kleinen Löchern versehenen Sporengehäuse wie aus einer Streubüchse die Sporen aus. Als Vorbild für eine dritte Einrichtung, welche bewirkt, daß die ausgereiften Sporen nur bei trockenem Wetter dem Winde preisgegeben, bei feuchtem Wetter aber in den Gehäusen zurückbehalten und dort gegen die nachteiligen Einwirkungen der Nässe geschützt werden, möge hier die zu den Bryaceen



Trichia clavata: 1. Die Haut des Aethaliums ist geborsten, das Kapillitium hat sich aufgebauscht, hebt die zwischen den Fäden eingebetteten Sporen empor und gibt diese den Winden preis. — 2. Fäden des Kapillitiums mit den dazwischen eingebetteten Sporen. — Fig. 1: 20fach, Fig. 2: 250fach vergrößert. Vgl. Text, S. 748.

gehörende Grimmia ovata (s. die untenstehende Abbildung) gewählt sein. Die kreisrunde Mündung des büchsenförmigen Sporengehäuses ist hier mit Zähnen besetzt, deren jeder in eine freie Spitze ausläuft. Das Gewebe dieser Zähne ist sehr hygroskopisch, und ihre Richtung und Lage ändert sich je nach dem Feuchtigkeitszustande der Luft in sehr auffallender Weise. Bei feuchtem Wetter erscheinen die Zähne so zusammengelegt, daß sie einen vollständigen Verschluß des Sporengehäuses herstellen (Fig. 9); bei trockenem Wetter dagegen richten sie sich auf (Fig. 10), und die ausgereiften Sporen werden bei dem An-



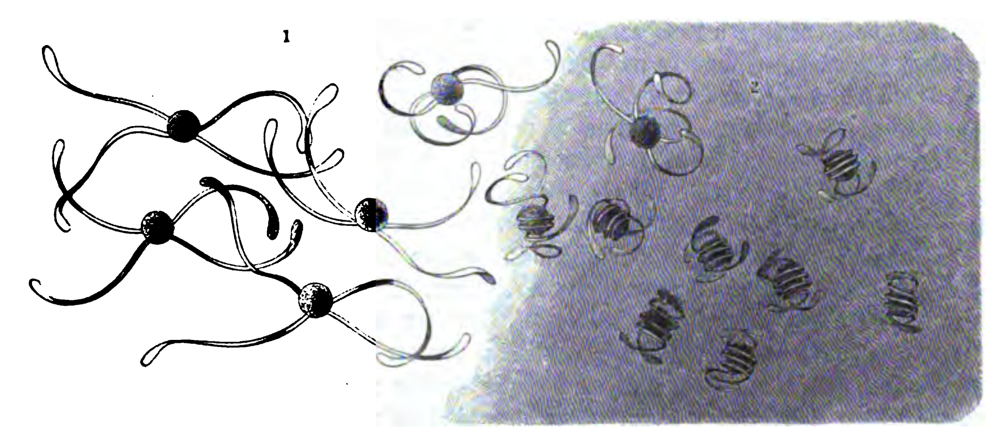
Verbreitung der Sporen durch den Wind: 1. Sporengehäuse einer Andreaea bei feuchtem, — 2. bei trockenem Wetter. — 3. Sporengehäuse eines Polytrichum bei feuchtem, — 4 bei trockenem Wetter. — 5. Die mit einem Häutchen überspannte und am Rande mit Zähnen besetzte Mündung des Sporengehäuses eines Polytrichum bei feuchtem, — 6. bei trockenem Wetter. — 7. Ein Stück des Randes dieser Mündung, stärker vergrößert, bei feuchtem, — 8. bei trockenem Wetter. — 9. Sporengehäuse einer Grimmia bei feuchtem, — 10. bei trockenem Wetter. — 11. Traubig gruppierte Sporengehäuse eines Botrychium bei feuchtem, — 12. bei trockenem Wetter. — 13. Einzelne Sporengehäuse dieses Botrychium, vergrößert, von vorn und von der Seite gesehen bei feuchtem, — 14. bei trockenem Wetter. — Fig. 3, 4, 11 und 12 in natürlicher Größe, die anderen Figuren vergrößert. Vgl. Text, S. 749 und 751.

pralle der austrocknenden Winde aus der weiten Mündung des Sporengehäuses ausgeschüttelt und fortgeblasen.

Es wird späterhin zu schildern sein, daß die Sporengehäuse der meisten Farne plötzlich aufspringen, und daß bei dieser Gelegenheit die Sporen ausgeschleudert werden. Die Sporengehäuse solcher Farne entwickeln sich an der unteren Seite der Wedel, und diese Lage schützt sie vortrefflich gegen die Nachteile, welche durch eine Benetzung mit Regen und Tau herbeigeführt werden könnten. Man kennt aber auch Farne, deren Sporengehäuse dem Regen und Tau ausgesetzt sind, und deren Sporen bei dem Aufspringen der Sporengehäuse nicht plötzlich ausgeschleudert werden. Zu diesen merkwürdigen Farnen gehört unter anderem

auch die Gattung Mondraute (Botrychium), deren traubenförmig gruppierte Sporengehäuse auf S. 750, Fig. 11 und 12 abgebildet sind. Die ellipsoidischen Sporengehäuse der Mondraute öffnen sich mittels eines quer verlaufenden Risses, aber die beiden durch den Riß entstehenden Klappen rücken nur bei trockenem Wetter auseinander (Fig. 12 und 14), in welchem Falle die Sporen durch den Wind ausgeschüttelt und fortgeblasen werden können. Sobald die Sporengehäuse befeuchtet werden, schließen die beiden Klappen sofort wieder zusammen (Fig. 11 und 13), und von einem Ausschütteln der Sporen kann dann selbstverständlich nicht mehr die Rede sein. Ein ähnliches mit Befeuchtung und Austrocknung zusammenhängendes Schließen und Öffnen der Sporengehäuse, das sich natürlich in der freien Natur im Laufe eines Tages mehrmals wiederholen kann, wird auch bei den Lycopodiaceen (s. Abbildung, S. 632, Fig. 4) beobachtet.

Auch an den Sporengehäusen der Schachtelhalme (s. Abbildung, S. 14, Fig. 4) kennt man diese Erscheinung. Bei den Schachtelhalmen bieten übrigens nicht nur die Sporengehäuse, sondern auch die Sporen selbst in trockenem und befeuchtetem Zustande ein auf-



Sporen des Schachtelhalmes Equisetum Telmateja, 1 in trockenem, 2 in befeuchtetem Zustande. 25fach vergrößert.

fallend verschiedenes Aussehen. Die Zellhaut dieser Sporen besteht aus zwei Schichten, von denen sich die äußere in Form zweier spiraliger Bänder ablöst und abhebt, während die innere geschlossen bleibt und ihre kugelige Gestalt beibehält. In trockener Luft rollen sich die zwei kreuzweise gestellten spiraligen Bänder auf (s. obenstehende Abbildung, Fig. 1) und bilden vier Flügel, welche dem Winde eine hinreichende Angriffsfläche bieten, um die verhältnismäßig große und schwere Spore forttragen zu können. Fällt die Spore an einer Stelle zu Boden, welche wegen Trockenheit für die Ansiedelung nicht günstig ist, so bleiben die Flügel weit ausgesperrt. Der nächste Windstoß hebt sie wieder auf und überträgt sie an eine andere Stelle. Ist dagegen die Ablagerungsstätte feucht und sind dort die Bedingungen für das Wachstum der Schachtelhalme günstig, so rollen sich die Bänder spiralig zusammen (s. obenstehende Abbildung, Fig. 2). Bei dieser Gelegenheit wird die Spore gewöhnlich an irgend einen vorspringenden Gegenstand befestigt, und sollte das nicht der Fall sein, so hat das Einrollen der Bänder doch eine Verringerung des Umfanges zur Folge, und die Spore wird von dem wegen der Feuchtigkeit günstigen Ansiedelungspunkte schwerlich mehr durch den Wind fortgeblasen.

Zu den im ausgedehntesten Maße durch Luftströmungen verbreiteten Ablegern gehören auch die unter dem Namen Soredien bekannten Thallidien der Flechten. Dieselben erscheinen dem freien Auge als ein kleienartiger Überzug oder als ein Pulver, welches

dem Flechtenkörper stellenweise aufgelagert ist. Diese pulverigen Massen sind gebildet aus einzelnen oder gruppenweise vereinigten, von farblosen Hyphenfäden umsponnenen grünen Zellen. Sie entstehen im Inneren des Flechtenkörpers, indem sie sich von dem anderen Gewebe trennen, bleiben dort eine Zeitlang noch eingebettet, vermehren sich auch durch Teilung, werden aber endlich durch Risse, Klüfte und Aufbruchsspalten an die Oberfläche befördert. Wenn sie, durch Winde abgehoben und fortgetrieben, endlich in die Ritze eines Felsens oder in die Furchen der Borke eines Baumes gelangen, wachsen sie dort sofort zu einem neuen Flechtenkörper heran, welcher mit der Stammpflanze in allen Stücken übereinstimmt und selbst wieder Soredien zu erzeugen im stande ist. Durch besonders reichliche Soredienbildung sind insbesondere die Gattungen Stereocaulon, Evernia und Pertusaria ausgezeichnet. Das strauchförmig verästelte Stereocaulon coralloides ist oft so dicht mit Soredien besetzt, daß man glauben könnte, es sei die ganze Flechte mit grobem Mehle bestaubt worden, und die auf der Rinde alter Bäume wachsende Evernia furfuracea hat ihren Namen dem Umstande zu verdanken, daß sie aussieht, als wäre sie mit Kleie bestreut.

Daß die mehrzelligen Ableger oder Thallidien der Laub- und Lebermoose nicht nur durch Regenwasser, sondern auch durch Luftströmungen verbreitet werden können, wurde bereits auf S. 745 erwähnt. Aulacomium androgynum, Calypogeia Trichomanes, Scapania nemorosa, Jungermannia bicuspidata und Blasia pusilla, deren Ableger an besonderen aufrechten Trägern (s. Abbildung, S. 23, Fig. 15—18), oder das in Zentralamerika einheimische Syrrhopodon scaber, dessen Thallidien an der Spitze der Blättchen ausgebildet werden (s. Abbildung, S. 23, Fig. 12—14), mögen als Beispiele hervorgehoben sein. Auch das auf morschen Baumstämmen in den Nadelwäldern der Gebirgsgegenden häufige Moos Tetraphis pellucida (s. Abbildung, S. 23, Fig. 4) ist hier nochmals zu nennen. Dasselbe entwickelt am Scheitel besonderer aufrechter Stämmchen mehrzellige, scheibenförmige Ableger, welche einigermaßen an jene der Marchantia (s. Abbildung, S. 23, Fig. 2 und 3) erinnern. Die scheibenförmigen Gebilde werden von ungemein zarten Zellfäden getragen und sind in einem Becher aus dicht zusammengedrängten Blättchen eingebettet (s. Abbildung, S. 23, Fig. 5—8). Nachdem die zarten, fadenförmigen Träger verwelkt und die kleinen, vielzelligen Scheiben abgelöst sind, genügt eine mäßige Erschütterung durch den Wind, um das Herausfallen und Ausstreuen der Ableger zu bewirken. Derselbe Luftstrom, welcher die Erschütterung des Stämmchens veranlaßte, wirbelt nun auch die winzigen grünen Scheibchen weithin durch den Waldgrund und überträgt sie auf anderes morsches Holzwerk, wo sie anhaften und sich weiter entwickeln.

An einigen Laubmoosen, deren Blättchen im trockenen Zustande ungemein brüchig sind, so namentlich an Campylopus (s. Abbildung, S. 23, Fig. 11), werden die Blättchen selbst zu Ablegern. Durch welchen Anlaß das Ablösen dieser Blättchen erfolgt, ist einigermaßen rätselhaft, wahrscheinlich werden sie von selbst abgetrennt und abgeworfen, nicht unähnlich den Laubblättern, welche im Herbste von den Zweigen der Bäume fallen. Für die hier zu erörternde Frage ist das übrigens gleichgültig; so viel ist gewiß, daß man in den abgelegensten Gebirgsschluchten und auf den Gesimsen der steilsten Felswände, wo Stoß und Druck von seiten vorüberwandernder Tiere vollständig ausgeschlossen sind, an den rasenförmig gehäuften Stämmchen von Campylopus immer abgelöste, teilweise auch gesplitterte Blättchen lose anhängen sieht. Wenn dann nach mehreren trockenen Tagen ein Sturm durch die Schluchten fegt, so werden diese losen Blättchen mit fortgerissen, und erst weit entfernt von jener Stelle, wo sie abgehoben wurden, kommen sie wieder zur Ruhe. Die von den Moosen ausgebildeten Ableger aus reihenweise, ballenartig und scheibenförmig geordneten Zellen, ebenso die zuletzt erwähnten abgelösten und zu

Ablegern gewordenen Blättchen wachsen nicht sofort zu einem neuen Moospflänzchen aus, sondern entwickeln zunächst Zellenreihen von fadenförmigem Ansehen, und erst von diesen entspringen dann die jungen Moospflanzen.

Es kommt auch vor, daß ganze Moospflänzchen mit gestreckter Achse, zahlreichen Blättchen und reichlichen Rhizoiden durch Luftströmungen verbreitet werden. Der Fall ist noch dazu gar nicht so selten und wurde an Laubmoosen der verschiedensten Gattungen (z. B. Leucodon sciuroides, Thuidium abietinum, Hypnum rugosum, Myurella julacea, Conomitrium Julianum, Anoectangium Sendtnerianum) beobachtet. Die Entwickelung dieser Form von Ablegern ist in der Abbildung auf S. 23, Fig. 9 und 10 an dem auf der Borke alter Bäume häufigen Leucodon sciuroides dargestellt. In den Winkeln, welche die Blättchen mit der Achse an alten Trieben bilden, entstehen zuerst Knöspchen, dann winzige Triebe, die in ihrer Gestalt den Trieb, aus dem sie hervorgegangen sind, im kleinen wiederholen. Nun lösen sich diese winzigen Triebe an ihrer Basis ab und schieben sich gegen die Spitze der sie tragenden Blätter vor. Das geschieht insbesondere bei Regenwetter. Bei trockenem Wetter liegen die Blättchen der Achse an, durchnäßt sträuben sie sich, krümmen sich zurück und heben sich dadurch aus der tiefen Nische, in der sie bisher gesessen hatten, empor. Manche dieser lose gewordenen winzigen Triebe werden ohne Zweifel durch das Regenwasser fortgespült und so auf geringe Entfernungen verbreitet, die meisten aber entführt der Wind und trägt sie weithin über Berg und Thal.

Knospenförmige Ableger, welche sich von den oberirdischen Teilen der Pflanzenstöcke ablösen und deren Verbreitung durch Luftströmungen vermittelt wird, sind verhältnismäßig selten. Ein bemerkenswerter Fall wird an dem Bärlappe Lycopodium Selago (s. Abbildung, S. 456, Fig. 2) beobachtet. Diese in den Gebirgsgegenden der nördlichen Halbkugel in der Alten und Neuen Welt und noch weit hinauf bis Grönland verbreitete Pflanze bildet in den Achseln ihrer steifen, dunkelgrünen Blätter, und zwar ganz besonders in der Nähe des Sproßgipfels, Knospen aus, welche man beim ersten Anblicke für kleine Flügelfrüchte halten könnte. An jeder solchen Knospe sieht man zu unterst 5—6 winzige, schuppenförmige Blättchen, auf diese folgen zwei kleine, einander gegenüberstehende, längliche, verdickte Blättchen, weiterhin zwei verhältnismäßig große, flügelförmige Blätter, welche sich so gedreht haben, daß ihre Flächen in eine Ebene zu liegen kommen, und über diesen folgen nochmals zwei einander gegenüberstehende, den Scheitel der Achse zwischen sich fassende, dicht zusammenschließende kleine Blättchen. Die beiden großen flügelförmigen Blättchen der Knospe sind auf der einen Seite vertieft, auf der anderen gewölbt, bieten dem Winde eine gute Angriffsfläche und haben die Bedeutung einer Flugvorrichtung. Sobald die Knospe vollständig ausgebildet ist, löst sie sich oberhalb der winzigen Schüppchen an der Basis ab, schiebt sich bei der Erschütterung des sie tragenden Sprosses vor und hängt lose zwischen den Spitzen der steifen, grünen Laubblätter des Sproßgipfels. Bläst nun ein Wind über das mit diesem Bärlappe bewachsene Gelände, so werden die leichten, losen Knospen wie Spreu entführt, gelangen auf irgend eine nahe oder ferne Felsterrasse, setzen sich dort fest, und jede derselben wächst zu einem neuen Bärlappstocke aus. Genau so wie das Lycopodium Selago verhalten sich auch die nordamerikanischen Lycopodium lucidulum, reflexum, Haleakala, serratum, erubescens, und es ist nicht unwahrscheinlich, daß auch noch einige andere verwandte Arten dieselbe Ablegerbildung zeigen.

Von den meisten ablösbaren knospenförmigen Ablegern, welche sich in den Achseln von Mittelblättern und Hochblättern an größeren Pflanzenstöcken ausbilden, und für die ich als Vorbild die zwiebeltragende Zahnwurz (Dentaria bulbifera; s. Abbildung, S. 457) hinstelle, kann man nicht eigentlich sagen, daß sie durch Luftströmungen verbreitet werden.

Sie sind nicht platt zusammengedrückt, wie jene der Bärlappe, sondern kugelig oder eiförmig, sie sind auch nicht federleicht, sondern plump und schwer und daher zum Transport auf den Flügeln des Windes ganz und gar nicht geeignet. Und dennoch spielt der Wind bei der Verbreitung dieser Ableger eine wichtige Rolle. Um diese Rolle zum richtigen Verständnis zu bringen, ist es nötig, daran zu erinnern, daß die in Betracht kommenden Stengel in der Mittelblattregion nicht verzweigt sind, daß sie kerzengerade aufrecht stehen und zudem eine große Biegungsfestigkeit besitzen. Wenn die Stengel absterben, wird ihre Biegungsfestigkeit nicht verringert. Durch Windstöße werden sie in starkes Schwanken gebracht, kehren aber bei ruhiger Luft in ihre aufrechte Ruhelage wieder zurück. Das lebhafte Hin- und Herschwanken der Stengel im Winde ist aber für die Verbreitung der in den Blattachseln sitzenden kugelförmigen Gebilde von größter Bedeutung. Würde das Schwanken nicht stattfinden, so müßten die von ihrer Ursprungsstätte abgetrennten kugeligen Knospen früher oder später nach dem Abdorren des Stengels lotrecht zur Erde herabfallen, und es würden so die Ableger an Stellen angesiedelt, welche von der Stammpflanze nur wenig entfernt sind. Von dem schwankenden, als eine ballistische Vorrichtung wirksamen Stengel werden dagegen die kugeligen Knospen wie Bälle fortgeschleudert und kollern dann, auf abschüssigen Boden gelangt, noch eine Strecke weit über Felsplatten, Erde, dürre Blätter und dergleichen nach abwärts. Je weiter nach oben am Stengel diese kugeligen Ableger entstanden sind, desto weiter ist der Bogen, in welchem sie fortgeschleudert werden.

Es lassen sich dreierlei durch ballistische Vorrichtungen verbreitete Ableger unterscheiden. Zunächst jene, welche die Gestalt von geschlossenen Knospen oder kleinen Zwiebeln haben, und die aus einem sehr kurzen Stamme, beziehentlich sehr kleinem Zwiebelkuchen und einigen wenigen, sehr verdickten, mit Reservestoffen erfüllten und fest zusammenschließenden Niederblättern bestehen. Diese finden sich an der als Vorbild hingestellten, in den mitteleuropäischen Buchenwäldern häufigen Zahnwurz (Dentaria bulbifera), an dem auf Wiesen im östlichen Europa weitverbreiteten zwiebeltragenden Steinbrech Saxifraga bulbifera, an mehreren Lilien (z. B. Lilium bulbiferum, tigrinum und lancifolium) und an dem persischen Gelbsterne (Gagea Persica) in den Achseln der oberen Mittelblätter, an der auf den Antillen heimischen Foucroya gigantea und einer ziemlichen Anzahl von Laucharten (z. B. Allium Moly, vineale, oleraceum, carinatum, arenarium, Scorodoprasum, sativum) über den scheidenförmigen Deckblättern am obersten Teile des Stengels. Eine zweite Form kugeliger Ableger in den Achseln von Deckblättern am oberen Teile des Stengels zeigen die im hohen Norden, in der alpinen Region der mittel- und südeuropäischen Hochgebirge und im Himalaja heimischen Knöteriche Polygonum bulbiferum und viviparum (s. Abbildung, S. 755, Fig. 1—8). Da sind es keine zwiebelförmigen Gebilde, sondern kleine Knollen mit einer winzigen endständigen, als ein Hörnchen hervorragenden Knospe, und das Gewebe des Knollens ist reichlich mit Mehl und anderen Reservestoffen erfüllt (s. Abbildung, S. 755, Fig. 9 und 10). Die dritte Form endlich beobachtet man an den zu den Ingueren gehörenden Arten der Gattung Globba, und zwar namentlich an der ostindischen Globba bulbifera und der auf Borneo heimischen Globba coccinea. Diese seltsamen Pflanzen entwickeln in den Achseln von Deckblättern am obersten Teile des biegungsfesten Stengels Ableger, die aus einem kleinen Knöspchen bestehen, aus dessen winziger Achse eine dicke, fleischige, mit Reservestoffen erfüllte Wurzel hervorgewachsen ist, so daß eigentlich die Hauptmasse des Ablegers aus einem Wurzelgebilde besteht.

Mögen nun von dem durch Windstöße ins Schwanken gebrachten Stengel geschlossene zwiebelähnliche Ableger, Knöllchen oder Knospen mit einer verdickten Wurzel weggeschleudert werden, immer bleiben diese den ganzen Winter oder die ganze Trockenperiode des Sommers hindurch unverändert an der Stelle liegen, wo sie eine Ruhestatt gefunden haben.

Endlich kommen bei Eintritt der günstigen Jahreszeit auf Kosten der aufgespeicherten Reservestoffe Saugwürzelchen zum Vorscheine (s. untenstehende Abbildung, Fig. 5), welche den Ab-



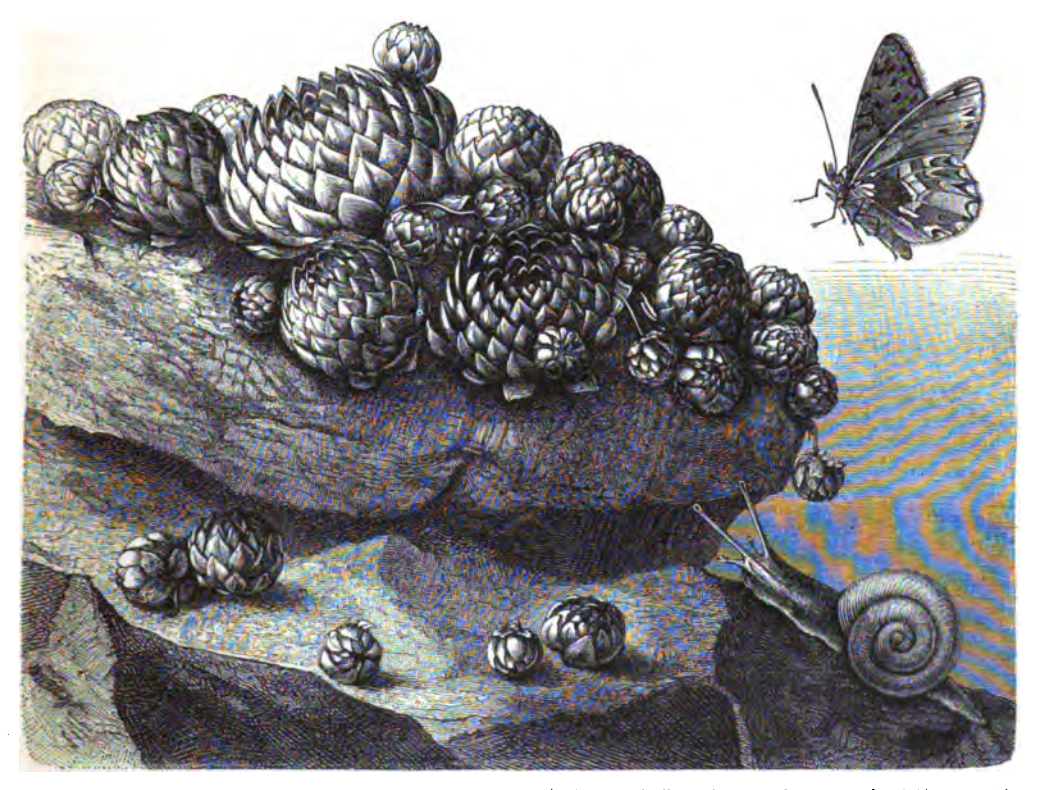
Polygonum viviparum: 1. Ganze Pflanze; eine Ähre trägt nur Blüten, die andere in der unteren Hälfte Knöllchen, in der oberen Blüten. — 2. Ganze Pflanze, deren Ähre nur Knöllchen trägt. An einem Teile der Knöllchen haben sich bereits kleine Laubblätter entwickelt. — 3—8. Abgefallene Knöllchen in den aufeinander folgenden Entwickelungsstufen, in natürlicher Größe. — 9. Ein abgefallenes Knöllchen vergrößert. — 10. Dasselbe im Längsschnitte. Vgl. Text, S. 754, 756 und 765.

leger an den Boden befestigen und ihm aus der Erde flüssige Nahrung zuführen. Die Achse des Ablegers verlängert sich, wächst zum Stamme aus, schiebt Blätter vor und gestaltet sich zu einem neuen, selbständigen Pflanzenstocke.

Die von oberirdischen Stämmen abgelösten und zu Ablegern werdenden ganzen Sprosse können durch Luftströmungen begreiflicherweise nicht weit fortgetragen werden. Dieselben sind viel zu schwer und bieten den Winden auch keine entsprechenden Angriffsflächen. Luftströme gewinnen auf sie nur insofern Einfluß, als durch sie die stützenden Stengel ins Schwanken gebracht oder die auf den Boden gefallenen Ableger ins Rollen versetzt werden. In ersterer Beziehung verhält es sich mit den sproßförmigen Ablegern nicht anders wie mit den früher geschilderten ballenförmigen; sie werden nämlich durch den im Winde schwankenden Stengel weggeschleudert, und die Wirkung des Windstoßes ist daher nur eine mittelbare. Es gibt Pflanzen, welche auf demselben Stengel Knöllchen mit unentwickelter Knospe, teilweise aber auch solche, deren Knospe bereits zu einem Sprosse auszuwachsen beginnt und grüne Laubblätter entwickelt hat, nebeneinander tragen, und die daher einen Übergang zwischen den früher besprochenen und den nun zu besprechenden Pflanzengruppen darstellen. Zu diesen gehört der schon erwähnte und auf S. 755 abgebildete, lebendig gebärende Knöterich (Polygonum viviparum), bei dem nicht selten im Bereiche einer Ähre alle möglichen Entwickelungsstufen dicht nebeneinander vorkommen.

Daß sämtliche sich ablösende Ableger die Gestalt von ausgebildeten beblätterten Sprossen haben, wird insbesondere an Gräsern häufig beobachtet. Bei den der arktischen Flora angehörenden Gräsern aus den Gattungen Poa, Festuca und Aira ist die Ausbildung beblätterter, zu Ablegern werdender Sprosse etwas so Gewöhnliches, daß man stellenweise mehr Stöcke derselben findet, welche Ableger, als solche, welche Blüten in den Rispen tragen. Auch in unseren Hochgebirgen wächst ein Rispengras, nämlich Poa alpina (s. Abbildung, S. 450, Fig. 8), welches ebenso oft mit Ablegern wie mit Blüten in den Rispen angetroffen wird. Auf den ungarischen Pußten gedeiht eine Art des Rispengrases (Poa bulbosa), an welcher Ähnliches vorkommt, und zwar so regelmäßig, daß die vielen tausend Stöcke, welche den Boden auf weithin bekleiden, ausschließlich Ableger in ihren Rispen entwickeln. Das Ablösen erfolgt bei diesen „lebendig gebärenden“ Gräsern in verschiedener Weise. Gewöhnlich lösen sich die Sprosse von den aufrechten Rispen des schwankenden Halmes ab und werden durch den Wind fortgeschleudert, mitunter aber findet die Trennung erst dann statt, nachdem der Halm unter der Last der vielen in der Rispe zusammengedrängten sproßförmigen Ableger auf den Boden hingesunken ist. In diesem letzteren Falle kommt es vor, daß die Ableger an der Stelle, wo die Rispe dem Boden auflagert, Wurzel schlagen, und daß dann Gruppen neuer Stöcke dicht gehäuft aus der Rispe emporwachsen. Ähnliches wird auch an dem im Kaplande heimischen, von den Gärtnern unter dem Namen Cordyline vivipara als Ampelpflanze häufig kultivierten Chlorophytum comosum beobachtet. An Stelle der Blüten bilden sich an dieser Pflanze in der Hochblattregion sehr regelmäßig belaubte Sprosse aus, und in dem Maße, wie diese an Umfang zunehmen und schwerer werden, senkt sich der sie tragende lange, verhältnismäßig dünne und sehr biegsame Stengel in die Tiefe, so daß die Sprosse wie an einem grünen Faden aufgehängt erscheinen. Wenn die Unterlage geeignet ist, können sich die herabhängenden Sprosse, die inzwischen auch Wurzeln entwickelt haben, festsetzen. Kommen sie mit keinem passenden Boden in Berührung, so verbleiben sie lange Zeit schwebend in der Luft, wachsen heran, bilden selbst wieder lange, dünne Stengel aus, in deren Hochblattregion neuerdings belaubte und bewurzelte Sprosse entstehen, und nach Jahren sieht man dann drei, vier Sproßgenerationen, durch schlanke grüne Stengel verbunden, metertief herabhängen. Endlich faßt wohl doch der eine oder andere der schwebenden und vom Winde hin und her geschwenkten Sprosse festen Boden, wurzelt an und trennt sich von dem alten Stocke, oder er fällt ab wie die Frucht vom Baume, kollert in die Tiefe und findet möglicherweise erst in bedeutender Entfernung vom alten Stocke eine Stätte zur Ansiedelung.

Auch unter den Simsen gibt es mehrere Arten, welche abfallende Sprosse ausbilden. Eine Simsenart, welche in den Torfmooren des nördlichen Europa sehr verbreitet ist, nämlich **Juncus supinus**, trägt sogar in der Hochblattregion weit häufiger sproßförmige abfallende Ableger als Blüten. Ebenso bilden sich an mehreren Steinbrechen des hohen Nordens, so namentlich an **Saxifraga stellaris, nivalis** und **cernua**, sehr verkürzte Sprosse mit rosettig gestellten kleinen Laubblättern an den letzten Verzweigungen des Hochblattstammes aus, oder es entstehen in den Achseln der Deckblätter am oberen Teile des Stengels zwiebelartige Knospen, welche ähnlich jenen des lebendig gebärenden Knöterichs

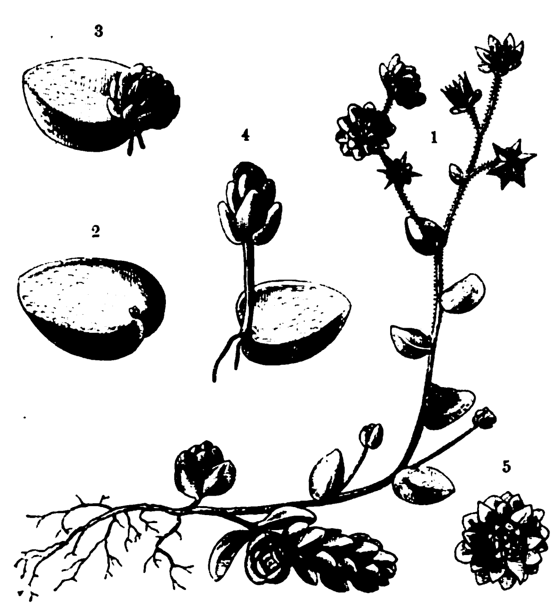


Sempervivum soboliferum: Auf der unteren Stufe des abgebildeten Felsens liegen fünf kugelförmige Ableger, welche sich von der oberen Felsenstufe abgelöst haben und herabgekollert sind. Der Schmetterling und die Schnecke sind auf der Abbildung angebracht, um die wahre Größe der Ableger abschätzen zu können. Vgl. Text, S. 758.

grüne Laubblättchen vorschieben, bevor sie sich abgelöst haben und abgeworfen wurden (s. Abbildung, S. 450, Fig. 1—7). Das auf Moorboden wachsende Sedum villosum entwickelt in den Achseln der Stengelblätter kurze beblätterte Sprosse mit fadenförmiger Achse. Sobald der Stengel abzudorren beginnt, lösen sich diese Sprosse ab und werden durch Windstöße auf geringe Entfernungen fortgeschleudert. An der Stelle, wo sie eine Lagerstatt gefunden haben, treiben sie alsbald zarte Wurzeln und werden zu neuen Stöcken.

Eine sehr eigentümliche Ablösung und Verbreitung sproßförmiger Ableger findet man bei mehreren Arten der Gattung Hauswurz (Sempervivum), für welche das auf der obenstehenden Abbildung dargestellte Sempervivum soboliferum als Beispiel gelten mag. Die dicken, fleischigen Blätter dieser Pflanze sind wie bei allen Hauswurzarten auf Kurztrieben rosettig gestellt, und die neuen Rosetten werden stets in den Achseln der Rosettenblätter als winzige Knospen angelegt. Aus diesen Knospen gehen fadenförmige, mit kleinen

anliegenden Schuppen besetzte Ausläufer hervor, welche mit einem Kurztrieb endigen. Die gehäuften Blätter dieses Kurztriebes vergrößern sich, bilden eine kleine Rosette und schließen so zusammen, daß das ganze Gebilde die Kugelform annimmt. Eine Zeitlang wird die kugelige Rosette durch Vermittelung des fadenförmigen Ausläufers von seiten des alten Stockes ernährt, später aber verwelkt und verdorrt der fadenförmige Ausläufer, die kugelige Rosette löst sich von ihm ab und liegt nun lose auf der Stammpflanze (s. die Abbildung, S. 757). Es genügt ein schwacher Luftstrom, um die kleinen, abgelösten Kugeln ins Rollen zu bringen, und da die genannten Hauswurzstöcke auf schmalen Terrassen und Gesimsen steil abstürzender Felsgehänge ihren Standort haben, so ist es unvermeidlich, daß ein Teil der abgetrennten Rosetten über die Steilwände hinabfällt und erst in weiter Entfernung von der Mutterpflanze wieder zur Ruhe kommt. Bald darauf entwickeln sich aus der Basis der abgelösten Rosetten Wurzeln, durch welche die Verbindung mit der Unterlage hergestellt wird. Die Zahl der kleinen kugelförmigen Rosetten, welche von einem einzigen alten Stocke ausgebildet wird, beträgt gewöhnlich 2—3, manchmal aber auch bis zu 6, und die Umgebung der mit der abgebildeten Hauswurzart ebenso wie mit den anderen verwandten Arten (Sempervivum arenarium, Neilreichii, hirtum) überwucherten Terrassen ist oft weithin mit den kugelförmigen herabgekollerten Rosetten wie besäet.



Die Bildung der Ableger bei Sedum dasyphyllum: 1. Ganze Pflanze in natürlicher Größe. — 2, 3 und 4. Ableger, welche sich in den verschiedenen Höhen des Stengels in der Achsel der Blätter ausgebildet haben. — 5. Ableger aus der Blütenregion.

Das in Felsritzen und in den Nischen alter Steinmauern wachsende Sedum dasyphyllum (s. nebenstehende Abbildung, Fig. 1) entwickelt Ableger zum Teile in der Hochblatt-, zum Teile in der Mittelblattregion. In der Hochblattregion entstehen die Ableger durch Umwandlung der Blütenblätter in Laubblätter. Man sieht dann an Stelle der Blüten kleine Rosetten (Fig. 5) aus dicklichen, eiförmigen, grünen Blättchen, ähnlich denjenigen, welche sich an Stelle der Blüten bei Saxifraga nivalis und cernua ausbilden (vgl. S. 415). Diese Rosetten lösen sich im Herbste von den Blütenstielen ab und verhalten sich ganz ähnlich wie die Rosetten von Sempervivum. In der Mittelblattregion entstehen die Ableger in dreifacher Weise. In den Achseln der obersten Mittelblätter bildet sich eine mit freiem Auge kaum wahrnehmbare Knospe aus. Dieselbe ist in der seichten Ausbuchtung an der oberen Seite des dicken Blattes eingebettet und zeigt 2—3 Blättchen von 0,5 mm Durchmesser (Fig. 2). In der Achsel der tiefer stehenden Mittelblätter bilden sich kurze Sprosse aus, deren Achse mit ziemlich großen, rosettenförmig gehäuften Blättern besetzt ist (Fig. 3), und in den Achseln der untersten Stengelblätter entstehen Sproßanlagen mit einer verlängerten fadenförmigen Achse, welche an ihrem Ende 8—14 dicht zusammengedrängte Blättchen trägt (Fig. 4). Sobald der Blüten tragende Stengel abzudorren beginnt, lösen sich von ihm die Mittelblätter mitsamt den aus ihren Achseln entspringenden Knospen, beziehungsweise Sprossen ab und fallen zu Boden. Die

saftreichen, stark gedunsenen, fast halbkugeligen Blätter sind verhältnismäßig schwer, und wenn die Stelle, wo sie zunächst hinfallen, eine abschüssige Lage hat, so bleiben sie dort nicht liegen, sondern kollern so lange noch abwärts, bis sie durch eine vorspringende Steinkante oder einen aufgeböschten Moosrasen aufgehalten werden oder auf einer ebenen Stelle zur Ruhe gelangen. Dabei nehmen sie die in ihren Achseln ausgebildeten Knospen und Sprosse mit, bilden also gewissermaßen ein Transportmittel derselben. Sobald die Ableger zur Ruhe gekommen sind, entwickeln sich an ihrer Basis Würzelchen auf Kosten der Reservestoffe des abgelösten, saftigen Blattes. Häufig bilden sich übrigens die Würzelchen schon zu einer Zeit aus, wenn die Blätter noch an dem im Abdorren begriffenen Stengel haften. Es verdient hervorgehoben zu werden, daß bei der Ansiedelung dieser Ableger auch das Wassergewebe der abfallenden Blätter eine Rolle spielt. Ist der Punkt, an welchem der abgefallene Ableger zur Ruhe gelangte, ausnehmend trocken, was an den Orten, wo Sedum dasyphyllum wächst, als Regel gelten darf, so kann das Tragblatt für geraume Zeit das zur Erhaltung des Ablegers nötige Wasser liefern, und es ist so der Ableger vor dem Zugrundegehen geschützt.

Überaus merkwürdig ist die Bildung sproßförmiger Ableger bei den im Kaplande vorkommenden, zu den Korbblütlern gehörenden Kleinien. Einige Arten dieser Gattung, namentlich **Kleinia neriifolia** und **articulata**, erinnern in ihrer Form lebhaft an gewisse Nopale. Die fleischigen, auffallend verdickten, walzigen Zweige stehen durch dünne Stränge miteinander in Verbindung, und die ganze Pflanze sieht aus, als hätte man sie stellenweise durch Bindfaden abgeschnürt. Sind die Blätter abgefallen, so machen die Stöcke fast den Eindruck einer Gliederpuppe. Die Stränge, durch welche die einzelnen walzigen, schweren Zweige verbunden sind, brechen schon bei geringem Drucke ab, und namentlich die oberen Sprosse können schon durch den Anprall eines Windstoßes geknickt werden. Das Zerreißen der Verbindungsstränge an den Einschnürungsstellen hat aber ein Herabfallen der Zweige auf den Boden zur Folge. Steht die Pflanze an einem Abhange, so rollen die abgefallenen walzigen Sprosse so weit in die Tiefe, bis sie durch einen vorspringenden Stein oder irgend einen anderen Gegenstand aufgehalten werden. Zur Ruhe gekommen, entwickeln die Sprosse dort, wo sie der Erde aufliegen, zahlreiche Wurzeln, während an der gegenüberliegenden Seite neue Seitenzweige hervortreiben, wie das an der Abbildung auf S. 760 der **Kleinia articulata** zu sehen ist. Es verdient erwähnt zu werden, daß sich an dieser Art nicht selten die Wurzeln zu entwickeln beginnen, bevor die Zweige abgebrochen und abgefallen sind und zwar immer an der dem Boden zugewandten Seite der walzigen Sprosse, wie das auch durch die Abbildung auf S. 760 dargestellt ist.

In allen diesen Fällen werden die Ableger durch den Anstoß des Windes abgelöst. Es reiht sich an diese Ablösungs- und Verbreitungsform eine andere, bei welcher Luftströmungen als treibende Kraft nicht in Betracht kommen, und wo die Ablösung und Verbreitung der Ableger durch raschen Wechsel im Feuchtigkeitszustande der Gewebe, durch Quellung und Änderung des Turgors veranlaßt wird. Mehrere Schimmel aus der Gruppe der Peronosporeen, unter anderen der auf den Kartoffelpflanzen sich einstellende unliebsame Gast, welcher die Kartoffelfäule veranlaßt und den Namen **Phytophthora infestans** führt, vermehren sich durch Sporen, welche von zarten, aus den Spaltöffnungen der Wirtpflanze hervortreibenden Hyphenfäden ausgebildet werden. Diese Hyphenfäden verzweigen sich gabelig, und das Ende eines jeden Gabelastes schwillt zu einer Spore an. Unterhalb jeder Spore sackt sich der tragende Hyphenast neuerdings aus, streckt sich, wächst in die Höhe und drängt die Spore zur Seite. Das Ergebnis dieses sich mehrmals wiederholenden Vorganges ist ein Gebilde, das einem kleinen, vielfach verästelten und an den Ästen mit eiförmigen Früchten behangenen Bäumchen gleicht. Die Hyphenäste, an welchen die Sporen wie Früchte aufsitzen, sind in feuchter Luft, cylindrisch, prall und gedunsen, in trockener

Luft, zumal zur Zeit der Reife der Sporen, werden sie bandförmig, drehen sich schraubig um ihre Achse und machen fast den Eindruck von Zellen der Baumwolle. Sie sind ungemein hygroskopisch, und es genügt die geringste Veränderung im Feuchtigkeitszustande der sie umgebenden Luft, um die schraubigen Drehungen zu vermehren oder zu verringern. Schon das Anhauchen veranlaßt eine Änderung in der Drehung, und wenn nun gar eine ausgiebige

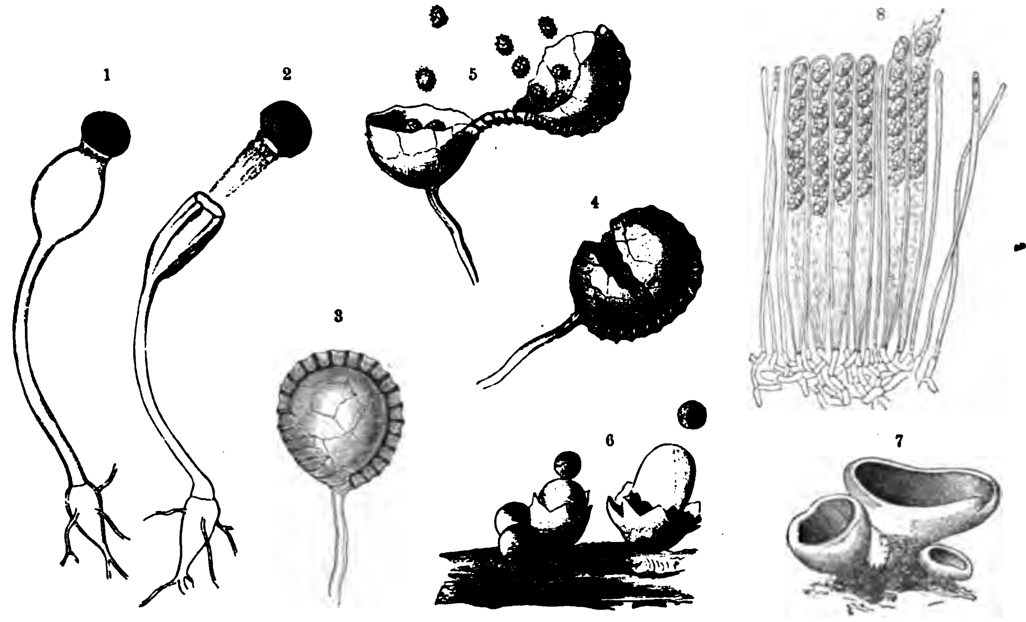


Die Bildung sproßförmiger Ableger bei Kleinia articulata. Vgl. Text, S. 759.

und rasche Änderung im Feuchtigkeitszustande der Umgebung eintritt, so werden die mit Sporen behangenen Äste hin und her gequirlt und die nur noch lose anhängenden Sporen nach allen Seiten weggeschleudert, was man bei der Kleinheit dieser Gebilde freilich nur unter besonders günstigen Verhältnissen zu sehen bekommt.

Mit freiem Auge kann man das Ausschleudern der Sporen an dem auf S. 761, Fig. 1 und 2 abgebildeten, zu den Mucoraceen gehörigen Schimmel Pilobolus cristallinus beobachten. Das Mycelium dieses Schimmels besteht aus farblosen, fadenförmigen, vielfach

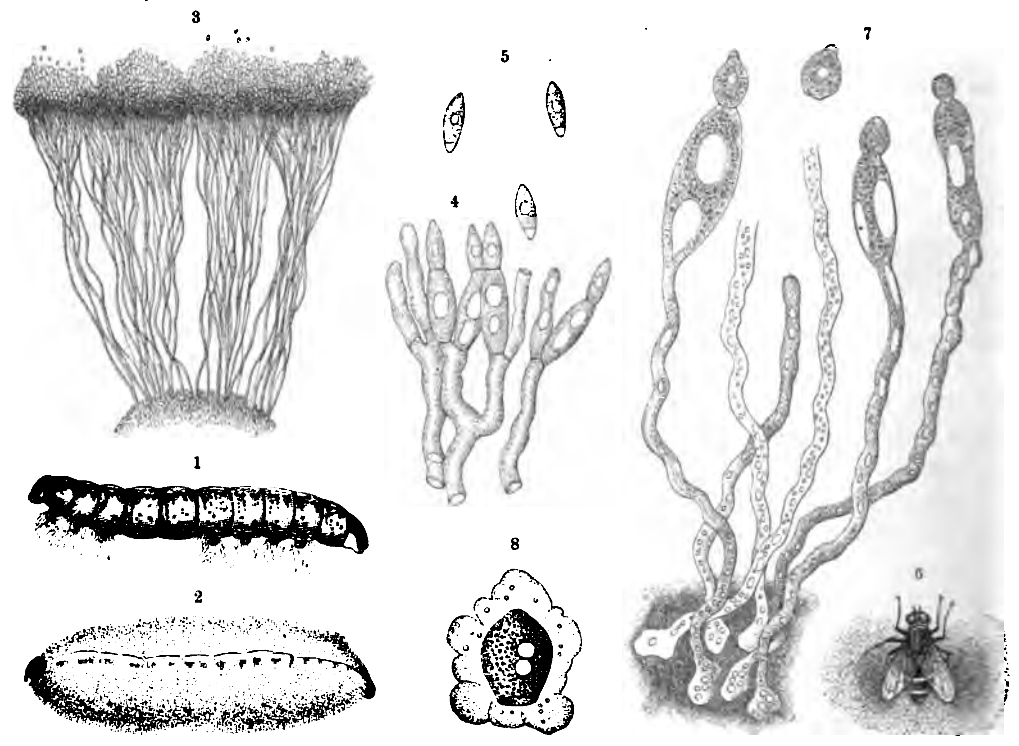
ausgesackten und verstrickten Zellen und wuchert auf dem Kote der Pferde und anderer Säugetiere. Im Bereiche desselben entstehen Aussackungen, welche die Gestalt einer Zwiebel oder Rübe haben, und von jeder dieser Aussackungen erhebt sich ein Sporenträger, welcher in zwei Teile, nämlich in eine farblose, tonnenförmig aufgetriebene Stielzelle und in ein dunkles Köpfchen, gegliedert ist. Das letztere enthält eine farblose, in Wasser quellbare Gallerte und zahlreiche Sporen und ist als Sporenbehälter anzusprechen. Die Wand dieses Sporenbehälters überzieht sich mit oxalsaurem Kalke, demzufolge sie ihre Elastizität vollständig einbüßt und spröde wird. Die Zellwand des tonnenförmig aufgetriebenen Stieles erhält sich dagegen dehnbar und elastisch. An der Grenze des dunkeln Sporenbehälters und seines farblosen Trägers bildet sich entsprechend einer Kreislinie eine Trennungsschicht



Verbreitung der Sporen durch Schleudervorrichtungen: 1. Pilobolus cristallinus, vor dem Abschleudern des Sporangiums. — 2. Derselbe, in dem Augenblicke, in welchem das Sporangium abgeschleudert wird. — 3. Sporangium von Nephrodium Filix mas; geschlossen. — 4 und 5. Dasselbe, aufspringend und die Sporen ausschleudernd. — 6. Sphaerobolus stellatus, in dem Augenblicke, in welchem die mit Sporen gefüllten Bälle abgeschleudert werden. — 7. Peziza aurantia. — 8. Längsschnitt durch diese Peziza. Aus zwei Schläuchen werden die Sporen ausgeschleudert. — Sämtliche Figuren vergrößert. Vgl. Text, S. 760, 763 und 764.

aus. Wenn nun infolge der Aufsaugung und Einpressung von Wasser aus dem Mycelium der Turgor des Trägers zunimmt, so wird die Spannung schließlich so groß, daß an der erwähnten Kreislinie eine Trennung des Zusammenhanges erfolgt. In demselben Augenblicke aber zieht sich die elastische Wand des darunter befindlichen Trägerteiles zusammen; der flüssige Inhalt wird mit großer Gewalt hinausgestoßen, der Stoß wird auf den dunkeln Sporenbehälter über der Rißstelle übertragen und beide zusammen, der flüssige Inhalt des keulenförmigen Trägers und der ganze Sporenbehälter, werden fortgeschleudert (s. obenstehende Abbildung, Fig. 2). Die Kraft, mit welcher diese Explosion erfolgt, ist so bedeutend, daß die dunkle Masse bis zur Höhe von 1 m emporkommt. Der ganze Vorgang, den man, wie gesagt, mit freiem Auge beobachten kann, spielt sich gewöhnlich innerhalb 18—20 Stunden ab. Die Entwickelung der Träger beginnt am Mittage, im Laufe der Nacht werden die Sporen in der Blase ausgebildet, und am anderen Morgen, sobald die Sonne aufgegangen ist und helles Tageslicht ausstrahlt, findet die Explosion statt.

Ein nicht weniger interessantes Schauspiel gewährt das Abschleudern der einzelligen Ableger, beziehentlich Sporen bei dem im Leibe von Schmetterlingsraupen, Fliegen, Grillen, Blattläusen und anderen Insekten lebenden Arten der Gattung Empusa und Entomophthora, von welchen die auf der gewöhnlichen Stubenfliege schmarotzende Empusa Muscae die häufigste und bekannteste ist. Gelangt eine Spore von dieser Empusa auf den Körper der Fliege, so treibt sie einen Schlauch, der in die Leibeshöhle eindringt, sich dort wiederholt teilt und gliedert und zahlreiche kugelige, getrennte Zellen bildet. Die be-



Verbreitung der Sporen durch Schleudervorrichtungen bei den Entomophthoraceen: 1. Eine von Entomophthora radicans befallene Raupe des Kohlweißlings. — 2. Dieselbe, von den Hyphenfäden und Sporenträgern der Entomophthora ganz eingehüllt, in natürlicher Größe. — 3. Büschelförmig gruppierte Sporenträger von dem Rücken der Raupe, 80fach vergrößert. — 4. Die Enden mehrerer Sporenträger, von welchen Sporen abgegliedert werden; 300fach vergrößert. — 5. Abgeschleuderte Sporen. — 6. Eine von Empusa Muscae befallene Fliege in natürlicher Größe. — 7. Hyphen der Empusa Muscae, an deren Spitzen Sporen abgegliedert und abgeschleudert werden; 300fach vergrößert. — 8. Eine von klebrigem Schleim eingehüllte Spore; 630fach vergrößert. (Nach Brefeld.) Vgl. Text, S. 763.

fallene Fliege, unter dem verderblichen Einflusse des Schmarotzers dahinsiechend und dem Tode nahe gebracht, sucht irgend ein ruhiges Plätzchen zum Sterben. Nicht selten wählt sie die Glaswand eines Fensters an abgelegenen Stellen von Wohngebäuden als letzte Ruhestätte, in welchem Falle es dann möglich ist, die weitere Entwickelung des Schmarotzers eingehend zu studieren. Man sieht da nach dem Tode der Fliege runde, bisher in der Leibeshöhle geborgene Zellen der Empusa zu langen Schläuchen auswachsen, welche die Haut der Fliegenleiche durchbohren und als kurze keulenförmige Gebilde an die Oberfläche kommen. Von jedem keulenförmigen Schlauchende gliedert sich dann eine einzelne eiförmige Spore ab, und diese wird auf ganz ähnliche Weise wie der Sporenbehälter des Pilobolus fortgeschleudert (s. obenstehende Abbildung, Fig. 7). Auch hier bildet sich wieder eine Rißstelle aus, auch hier wird wieder durch plötzliches Zusammenziehen des keulenförmigen Schlauchendes der schleimige Inhalt gleichzeitig mit der Spore abgestoßen, und diese ist

immer mit einer gelatinösen, klebrigen Masse umgeben (Fig. 8). Die Entfernung, bis zu welcher das Abschleudern erfolgt, beträgt 2—3 cm, was in anbetracht der außerordentlichen Kleinheit der Sporen auf eine große Kraft schließen läßt. Die Umgebung der toten Fliege erscheint dann mit einem förmlichen Kranze abgeworfener Sporen umgeben und zwar erscheinen diese der Unterlage immer fest angeklebt (Fig. 6). Das erklärt sich daraus, daß, wie schon erwähnt, mit der Spore zusammen auch ein Teil des schleimig-klebrigen Inhaltes aus dem keulenförmigen Schlauchende abgestoßen wird, welcher als Klebemittel dient und insbesondere das Festhaften der Sporen an den Glaswänden der Fenstertafeln verursacht. Wird eine lebende Fliege, die zufällig in die Nähe kommt, von abgeworfenen Sporen getroffen, so bleiben diese sofort kleben und zwar so fest, daß es dem getroffenen Tiere trotz aller Reinigungsversuche nicht mehr gelingt, sie abzustreifen und sich von ihnen zu befreien. Jede angeklebte Spore treibt dann alsbald wieder einen Schlauch in die Leibeshöhle der Fliege, und es wiederholt sich der Entwickelungsgang in derselben Weise, wie er soeben geschildert wurde. Ähnlich verhält es sich mit der auf S. 762 abgebildeten Entomophthora radicans, welche in den Raupen des Kohlweißlinges (Pieris Brassicae) lebt. Zum Behufe der Ablegerbildung kommen aus dem Raupenkörper Büschel von Hyphen hervor, welche sich dem freien Auge als ungemein zarte Fäden darstellen (Fig. 1). Diese bilden allmählich ein dichtes Gespinst um die dahinsiechende, todesmatte Raupe, und man ist bei flüchtiger Betrachtung versucht, zu glauben, die Raupe habe sich verpuppt und eingesponnen (Fig. 2). Die als feine Fäden erscheinenden Schläuche sind hier abweichend von jenen der Empusa vielfach ausgesackt, und es entstehen förmliche Büschel von Hyphen, von deren letzten, etwas angeschwollenen Enden die länglichen, klebrigen Sporen abgeschnürt und abgeschleudert werden (Fig. 3, 4 und 5).

In eigentümlicher Weise findet das Ausschleudern der Sporen aus den Schläuchen der Ascomyceten statt. Die Sporen finden sich hier in den schlauchförmigen Hyphenenden in der Zahl 2, 4, 8, 16 oder 32 eingelagert, und zwischen den Schläuchen befinden sich zahlreiche fadenförmige Hyphenenden, die sogenannten Paraphysen (s. Abbildung, S. 19, Fig. 2, und S. 761, Fig. 8). Die Schläuche enthalten außer den Sporen Protoplasma und Zellsaft und werden durch die große Menge des letzteren bedeutend ausgedehnt. Bei zunehmender Dehnung reißen die Schläuche auf, die Zellhaut derselben, welche sich in einem hohen Grade der Spannung befand, übt einen kräftigen Druck auf den Zellinhalt, und dieser wird mit großer Gewalt ausgestoßen. Die Stelle, an welcher das Aufreißen der Schlauchwand stattfindet, ist schon vorgebildet, daher erfolgt das Ausstoßen des Zellinhaltes, beziehentlich der Sporen immer in ganz bestimmter Weise. Bei manchen Arten hebt sich der oberste Teil der Schlauchwand wie eine Haube ab, bei anderen bildet sich ein Querriß, bei wieder anderen werden die Sporen durch ein kleines kreisrundes Loch entleert. Den äußeren Anlaß zur Entleerung bildet eine schwache Erschütterung oder ein trockener Lufthauch, und man kann beispielsweise bei der auf S. 718 abgebildeten Spatularia flavida oder der in der Abbildung S. 761, Fig. 7 dargestellten Peziza aurantia leicht beobachten, wie sich über die Oberfläche des Sporenbehälters feine Wölkchen von ausgestoßenen Sporen erheben, sobald man diese Schlauchpilze aus einem feuchten Raume in trockenere Luft bringt oder einen trockenen Lufthauch darüber ziehen läßt. Bei einigen Schlauchpilzen aus der Gattung Ascobolus, winzigen schwarzen oder wachsgelben, auf dem Kote von Tieren lebenden Pilzen, werden nicht allein die Sporen ausgespritzt, sondern der Turgor des die Schläuche umgebenden Gewebes wird so groß, daß die ganze Schlauchschicht mit den Sporen ausgeschleudert wird.

Auch einige Bauchpilze zeigen besondere Einrichtungen zum Ausschleudern der Sporen. Bei den Arten der Gattung Geaster (s. Abbildung, S. 605, Fig. 4 und 5) entwickeln sich die Fäden des Kapillitiums und die zwischen ihnen eingebetteten Sporen innerhalb einer

derben, lederigen, blasenförmigen Hülle, welche zur Zeit der Sporenreife in zwei Schichten gesondert erscheint. Die innere Schicht dieser Hülle behält die Form einer Blase und öffnet sich nur am Scheitel an beschränkter Stelle. Die äußere Schicht dagegen zerreißt in 4—12 strahlenförmig geordnete Lappen. Entsprechend dem Feuchtigkeitszustande der Luft ändert sich die Stellung dieser Lappen in auffallender Weise. Bei feuchtem Wetter schließen sie über die Blase zusammen, bei trockenem Wetter dagegen, zumal bei Sonnenschein und bei dem Wehen trockener Winde, schlagen sie sich mit solcher Kraft zurück, daß durch den Rückstoß ein Teil der Sporen aus der Mündung der Blase herausstäubt. Im zentralen Amerika sollen nach den Erzählungen der Reisenden riesige Bauchpilze vorkommen, welche bei Erschütterungen förmlich explodieren und dabei solche Mengen rötlicher Sporen in die Luft streuen, daß das Atmen in der Umgebung unmöglich wird. Im mittleren Europa wächst auf faulenden Stengeln, Blättern und Moosrasen ein winziger Bauchpilz, welcher den Namen Sphaerobolus stellatus führt (s. Abbildung, S. 761, Fig. 6). Die Haut des Sporenbehälters sondert sich ähnlich wie bei dem Erdsterne in zwei vollständig getrennte Schichten; die eine bleibt geschlossen und nimmt die Gestalt eines Balles an, die äußere dagegen teilt sich zur Zeit der Sporenreife durch strahlenförmige Risse in mehrere Lappen. Diese krümmen sich beim Austrocknen rasch zurück, und da sich gleichzeitig das von den Lappen umgebene Mittelfeld sehr stark emporwölbt, so wird der die Sporen enthaltende Ball mit großer Gewalt in weitem Bogen fortgeschleudert.

Das Ausschleudern der Sporen bei einem Teile der **Farne** ist durch die Fig. 3, 4 und 5 der Abbildung auf S. 761 ersichtlich gemacht. Die Sporangien entwickeln sich an der unteren Seite der Wedel und sind dort in mannigfaltiger Weise gruppiert. Jene des Nephrodium Filix mas, welche hier als Vorbild gewählt sind, gliedern sich in einen Stiel und ein bauchig erweitertes Gehäuse. Um das letztere verläuft ein Ring aus dunkel gefärbten Zellen, deren Seitenwandungen sehr verdickt sind, während ihre nach außen sehende Wand zart und dünn bleibt. Bei dem Austrocknen des Sporenbehälters wirken die Zellen des Ringes in ähnlicher Weise wie die auf S. 91 und 92 beschriebenen Griff- und Bankzellen. Die Krümmung des Ringes schlägt in die entgegengesetzte Richtung um, das Sporengehäuse wird aufgerissen, und die Sporen werden ausgeschleudert.

Was die **Verbreitung der Ableger durch Tiere** anbelangt, so ist zwischen jenen Fällen zu unterscheiden, wo die Ableger vorerst durch besondere Schleudervorrichtungen den Tieren aufgeladen werden, so daß zweierlei Verbreitungsmittel zusammenwirken, und jenen, wo bei der Übertragung der Ableger von einer Stelle zur anderen nur die Tiere beteiligt sind. Auf die ersteren wurde bereits wiederholt hingewiesen. Von den letzteren ist zunächst die **Verbreitung der Sporen durch nahrungsuchende Tiere** besonders hervorzuheben. Längst bekannt ist in dieser Beziehung jener Pyrenomycet, welcher das Mutterkorn bildet und den Namen Claviceps purpurea führt. Das dichte Gespinst aus Hyphenfäden, welches den Fruchtknoten des Roggens durchwuchert und ihn nach außen als Schimmel überzieht, ist von labyrinthischen Hohlgängen durchzogen, und die Wände dieser Hohlgänge werden von den Enden reihen- und büschelweise geordneter Hyphenfäden gebildet (s. Abbildung, S. 612, Fig. 2). Von diesen Enden, welche etwas keulenförmig verdickt sind, gliedern sich kugelige Sporen ab. Gleichzeitig mit dieser Abgliederung bildet sich aber aus der äußeren Zellhautschicht der Sporen und Hyphen infolge von Wasseraufnahme und nachfolgendem Zerfließen eine zuckerhaltige Flüssigkeit, welche die labyrinthischen Hohlgänge erfüllt, und in welcher die unzähligen abgegliederten Sporen eingebettet sind. Diese süßschmeckende Flüssigkeit quillt allmählich auch nach außen in Tropfenform hervor und kommt sogar zwischen den Blütenspelzen, welche den befallenen Fruchtknoten umfassen, an den Roggenähren, zum Vorscheine. Es ist das der „Honigtau“, an welchem man das Vorhandensein des schmarotzenden

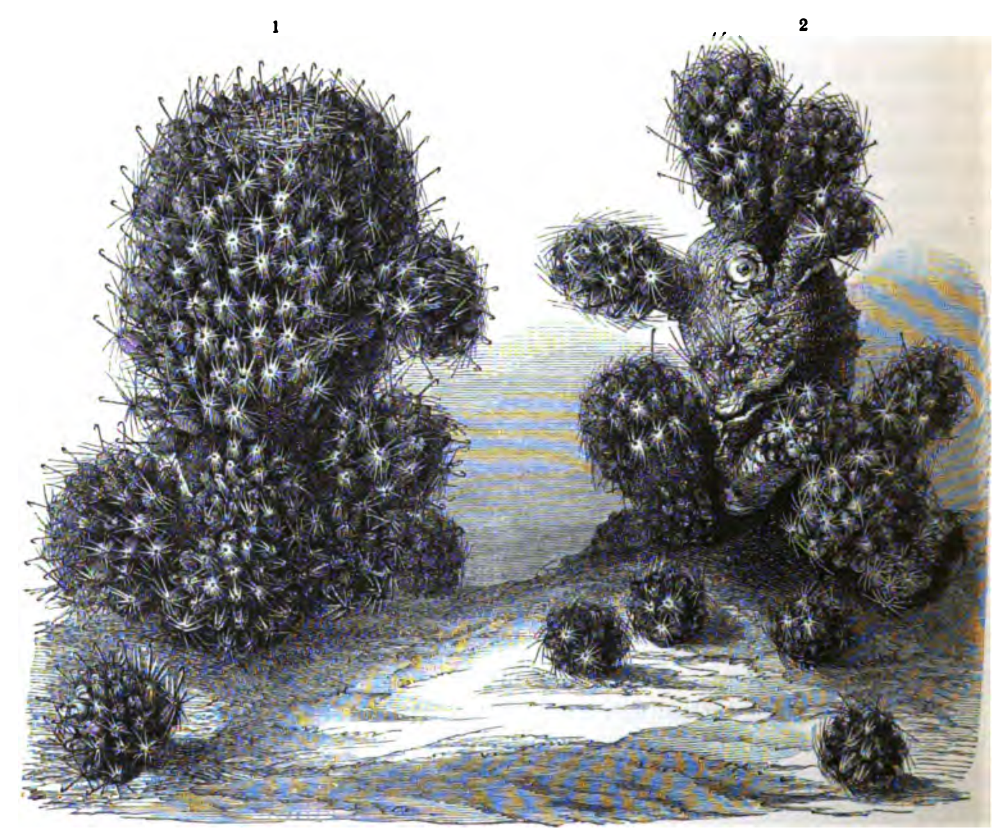
Claviceps im Inneren der Ähre erkennt, und der von den Landwirten so ungern gesehen wird. Die Insekten, zumal Wespen und Fliegen, suchen diese Quellen süßer Flüssigkeit begierig auf und saugen und lecken an dem von unzähligen Sporen getrübten Safte, wobei es unvermeidlich ist, daß kleine Mengen der Sporen an Teilen des Kopfes, der Brust und des Hinterleibes sowie auch an den Beinen ankleben und hängen bleiben. Gelangen nun die mit Sporen beklebten Insekten auf die Ähren anderer Roggenpflanzen, so werden die Sporen dort leicht abgestreift und können daselbst in kürzester Zeit neuerlich zu einem den Fruchtknoten durchwuchernden Mycelium auswachsen.

Ähnliches beobachtet man auch bei den zu den Bauchpilzen gehörenden Phalloidaceen, von welchen die bekannteste Art, nämlich die Giftmorchel (Phallus impudicus), hier als Vorbild dienen mag. Der von einem weißen, walzenförmigen, gitterförmig durchbrochenen Strunke getragene Hut ist verhältnismäßig klein, hat eine glockige Gestalt und ist mit einer grünlichschwarzen, schmierigen Flüssigkeit bedeckt, in welche zahlreiche Sporen eingelagert sind. Diese Flüssigkeit entwickelt einen weithin wahrnehmbaren Aasgeruch, der zahlreiche Insekten, namentlich Aasfliegen, anlockt. Wesentlich trägt zur Anlockung auch der Umstand bei, daß die Flüssigkeit Zucker enthält, welcher den Insekten zur Nahrung dient. Eine Fliege, welche sich auf dem Hute der Giftmorchel niederläßt, kann denselben nicht verlassen, ohne am ganzen Körper mit Sporen beklebt zu sein. Ein Teil dieser Sporen mag vielleicht schon abfallen, während die Insekten von der Giftmorchel fortfliegen; der größere Teil derselben wird aber erst dort abgestreift, wo sich die Insekten wieder niederlassen und sich von den unbequemen Anhängseln reinigen.

Daß die fleischigen Sporenträger der Hymenomyceten zahlreichen Insektenlarven zur Nahrung dienen, ist allbekannt. Häufig findet man schon zur Zeit, wenn sich die Sporenträger über die Erde erheben, das Fleisch des Strunkes und Hutes von Hohlgängen durchsetzt, in welchen die Larven verschiedener Mücken und Käfer leben. Bevor noch die Fäulnis und der Zerfall dieser Pilze eingetreten ist, verlassen die Larven ihre bisherigen Wohnstätten, um sich in der Erde zu verpuppen, und bei dieser Gelegenheit werden zahlreiche, den Tieren anhaftende Sporen verschleppt und verbreitet. Ohne Zweifel findet die Verbreitung der Sporen verschiedener Pilze, namentlich der Hymenomyceten und Trüffeln, auch in der Weise statt, daß die fleischigen, sporentragenden Teile von Tieren verzehrt werden, daß die Sporen unverändert den Darmkanal passieren und dann in dem abgesetzten Kote zum Keimen gelangen. Insbesondere scheinen Regenwürmer und Schweine bei dieser Verbreitung eine Rolle zu spielen.

Die **Verbreitung abgelöster knospenförmiger und sproßförmiger Ableger durch die Vermittelung der Tiere** kommt verhältnismäßig selten vor. Von den bekannt gewordenen Fällen sind folgende besonders hervorhebenswert. Erstens jener, wo **die Ableger von den Tieren als Nahrung aufgenommen, aber unverdaut wieder ausgeworfen werden** und an der Ablagerungsstätte zu neuen Stöcken erwachsen. Mit Sicherheit wurde dieser Fall bei dem auf S. 755 abgebildeten, im hohen Norden und in den mitteleuropäischen Hochgebirgen häufigen Knöterich Polygonum viviparum beobachtet. Die knöllchenförmigen Ableger dieser Pflanze sind eine Lieblingsspeise der Schneehühner und werden von diesen mit großer Begierde aufgesucht. Das Schneehuhn erfaßt die untere Hälfte der mit Knöllchen besetzten Ähre des genannten Knöteriches mit dem Schnabel, zieht die Ähre der ganzen Länge nach mit rascher Bewegung des Halses zwischen beiden Kiefern durch und bringt auf einmal Dutzende der Knöllchen in den Kropf. Zahlreiche Untersuchungen haben ergeben, daß in dem Kropfe der in den Alpen geschossenen Schneehühner neben Preißelbeeren als häufigste Nahrung die Knöllchen des Polygonum viviparum enthalten waren, und auch in den Kröpfen norwegischer Schneehühner fand ich jedesmal diese Knöllchen in großer

Menge. Was von denselben aus dem Kropfe in den muskulösen Magen kommt, wird nun freilich zermalmt und verdaut; es ist aber vielfach beobachtet, daß ein Teil der von den Schneehühnern im Heißhunger verschlungenen Nahrung aus dem Kropfe wieder ausgeworfen wird, und das gilt ganz besonders von den besagten Knöllchen, wenn sie im Übermaße in den Kropf gebracht wurden. Die aus dem Kropfe ausgeworfenen Knöllchen haben die Fähigkeit, sich weiter zu entwickeln, durchaus nicht verloren, sie wachsen sogar sehr rasch zu neuen Pflanzenstöcken heran, und da die Stellen, wo die überschüssige Nahrung aus dem Kropfe



Verbreitung abgelöster sproßförmiger Ableger durch Vermittelung der Tiere: 1. Mamillaria placostigma. — 2. Mamillaria gracilis.

ausgeworfen wurde, von jener, wo die Schneehühner die Knöllchen aufgenommen hatten, immer entfernt ist, so wird durch den dargestellten Vorgang in der That das Polygonum viviparum verbreitet.

Die zweite Art der Verbreitung abgelöster Ableger durch Tiere erfolgt **durch Vermittelung widerhakiger Borsten und Haare**. Sie ist an den in der obenstehenden Abbildung vorgeführten, in den mexikanischen Hochgebirgen heimischen Mamillarien (Mamillaria placostigma und gracilis) ersichtlich gemacht. Von den kugeligen, dicht gedrängt aus einem alten Stocke hervorwachsenden Seitensprossen löst sich ein Teil von selbst ab und fällt zur Erde, ein anderer Teil bleibt zwar an den Ursprungsstellen zurück, hängt dort aber nur lose an, und eine flüchtige Berührung, ein leises Anstreifen genügt, um die Abtrennung von dem alten Stocke zu vollziehen. Nun sind aber an dem Scheitel jeder Papille der genannten Mamillarien Borsten ausgebildet, von welchen einige mit Widerhaken

endigen, so daß die kugeligen Sprosse lebhaft an Klettenköpfe erinnern. Wie diese hängen sie sich den behaarten Pfoten oder auch dem Pelze anstreifender Tiere an und werden von diesen unabsichtlich fortgeschleppt. Die Tiere suchen dann an ihren Rastplätzen der unbequemen Anhängsel ledig zu werden, streifen diese ab und lassen sie auf dem Boden zurück. Hier können sie anwurzeln und zu neuen Stöcken heranwachsen.

Die dritte Art der Verbreitung sproßförmiger Ableger durch Tiere betrifft die Wasserpflanzen, welche sich ganz oder stückweise den wandernden Wasservögeln anhängen. Gewisse Arten, die nur äußerst selten blühen und Früchte reifen, nichtsdestoweniger aber an unzähligen, weit entfernten Punkten vorkommen und oft ganz unerwartet in neu angelegten Teichen, in künstlich geschaffenen Tümpeln und in anderen Wasseransammlungen auftreten, werden größtenteils durch Wasservögel verschleppt. Ein Teil dieser Wassergewächse, wie z. B. der Froschbieß und die Wasserschlauchgewächse (Hydrocharis und Utricularia), entwickeln um ihre Knospen eigentümliche schleimige Hüllen, mittels welchen sie an das Gefieder der beim Schwimmen an sie anstreifenden Tiere ankleben, andere, wie die kleinen und vielwurzeligen Wasserlinsen (Lemna minor, gibba, polyrrhiza), hängen sich mit ihren langen, etwas gedrehten, im Wasser flottierenden Wurzeln an, und viele Fadenalgen, die Aldrovandie (Aldrovandia), die zarten Riccien (Riccia natans und fluitans), die dreilappige Wasserlinse (Lemna trisulca) ꝛc., bleiben in ganzen Stöcken an den durch die Teiche und Tümpel rudernden, dann rasch auffliegenden Wasserhühnern und Enten haften. Sobald diese Tiere in ein anderes Gewässer einfallen, trennen sich die anhängenden Pflanzenteile von selbst ab oder werden von den sich reinigenden Tieren abgestreift und so in kürzester Zeit ganz frisch und lebensfähig über weit entfernte Länderstrecken verbreitet. Es ist hier am Platze, auch an jene seltsame Verbreitung von Ulven, Florideen und Tangen durch Vermittelung der Krebse zu erinnern, welche bei anderer Gelegenheit (I. Band, S. 71) besprochen wurde.

Daß mehrere Nutzpflanzen mittels Ableger im großartigsten Maßstabe von den Menschen vermehrt und verbreitet werden, soll hier nur flüchtig Erwähnung finden. Die Bananen, deren Früchte keine keimfähigen Samen enthalten, die Kartoffel und Topinambur sowie mehrere andere Knollen- und Zwiebelgewächse werden fort und fort mit Hilfe von Stecklingen, Knollen, Brutzwiebeln ꝛc. vermehrt. Auf die Entwickelung eines natürlichen Verbreitungsbezirkes solcher Arten hat die absichtliche künstliche Vermehrung durch Ableger allerdings keinen ersichtlichen Einfluß gewonnen. Auch dort, wo sie massenhaft gepflegt und gezogen werden, haben sie sich nicht eingebürgert, und wenn die Menschen es unterließen, sie künstlich durch Ableger zu erhalten und zu vermehren, würden sie an den betreffenden Orten alsbald wieder spurlos verschwinden. Anders verhält es sich mit der unabsichtlichen Verschleppung der Ableger gewisser Pflanzen durch den Menschen. Der Kiel und die Planken der den Verkehr über weite Meere vermittelnden Schiffe ist gleich den Pfählen und Bojen in den Häfen und ähnlich den steilen, in das Meer abfallenden Mauern und Uferfelsen mit Meerespflanzen ganz überwachsen. Werden diese zufällig oder absichtlich von ihrer Unterlage abgelöst, so gehen sie nicht notwendig zu Grunde, sondern können sich im Meerwasser lebend erhalten und unter günstigen Umständen an irgend einem Punkte des festen Grundes anwachsen. Auf diese Weise können aber Gewächse von einer Küste zur anderen über weite Strecken verbreitet werden. Eine andere unabsichtliche Verbreitung von Pflanzenablegern durch den Menschen erfolgt auf bebautem Lande, in Weinbergen, auf Äckern und in Gärten und zwar dadurch, daß bei dem Pflügen, Aufgraben und Umwerfen des Erdreiches die in die Erde gebetteten, zwiebelförmigen oder knollenförmigen Ableger eine Veränderung ihrer Lage erfahren. Die Ableger gewisser Zwiebel- und Knollenpflanzen können auf diese Weise durch Spaten und Pflugschar im Laufe der Jahre so

gleichmäßig über das ganze Feld verbreitet werden, daß es aussieht, als hätte man dort die betreffende Pflanze absichtlich ausgepflanzt. Es gewährt einen eigentümlichen Anblick auf der Wanderung durch die mit Reben bepflanzten Gelände Oberitaliens, von mehreren angrenzenden, aber durch Steinmauern getrennten Weingärten den einen mit wilden Tulpen reichlich besetzt zu sehen, während in dem anderen kein einziges Exemplar dieser Pflanzen zu sehen ist. Im mittleren Europa verhält es sich ähnlich mit den auf Äckern wachsenden Gelbsternen (Gagea arvensis, stenopetala) und der knollenbildenden Platterbse (Lathyrus tuberosus). Das eine Feld ist mit den Gelbsternen wie besäet, das benachbarte entbehrt derselben vollständig. Auf der Günselhöhe bei Scheibs im niederösterreichischen Erlafthale sah ich einmal ein in regelmäßigem Gevierte sich ausdehnendes Ackerfeld von einem bis zum anderen Ende mit den Stöcken der zwiebeltragenden Feuerlilie (Lilium bulbiferum) bewachsen, während auf den angrenzenden Äckern nur vereinzelte Exemplare dieser Pflanze standen. Ohne Zweifel wurden hier die aus den Blattachseln auf den Boden geworfenen, knospenförmigen Ableger einiger weniger Stöcke bei Gelegenheit des Pflügens über das ganze Feld gleichmäßig verbreitet, obschon diese Verbreitung gewiß nicht in der Absicht des Pflügers gelegen hatte.

Man würde übrigens fehlgehen, wenn man die gleichmäßige Verteilung der Zwiebelgewächse über eine größere Strecke Landes ausschließlich aus dem Umpflügen und Verschieben der mit zwiebelförmigen Ablegern durchspickten Erdschollen erklären wollte. In vielen Fällen wird die Verbreitung solcher Ableger auch durch den Zug der Wurzeln veranlaßt. Dieser Vorgang ist so merkwürdig, daß es der Mühe lohnt, ihn hier etwas ausführlicher zu besprechen. Bekanntlich erfolgt die Vermehrung der unterirdischen Zwiebeln immer dadurch, daß in der Achsel der schuppenförmigen Niederblätter Knospen angelegt werden, welche im Laufe einiger Monate selbst wieder zu kleinen Zwiebelchen heranwachsen. Im ausgebildeten Zustande bilden diese Zwiebelchen den Abschluß eines dünnen Triebes, der allerdings niemals eine ansehnliche Länge erreicht, aber doch in vielen Fällen als ein Faden erscheint, wie es an der Abbildung der Zwiebel von Muscari racemosum auf S. 724, Fig. 1 zu sehen ist. Durch diesen fadenförmigen Trieb werden die kleinen Zwiebeln aus dem Bereiche des schuppenförmigen Niederblattes in die Umgebung der alten Zwiebel vorgeschoben, und dort entwickeln sie reichliche, lange Wurzelfasern. In anderen Fällen bleibt der Trieb äußerst kurz, und die kleinen Zwiebeln werden nicht vorgeschoben; dann zersetzt sich das schuppenförmige Niederblatt, aus dessen Achsel die jungen Zwiebeln entsprungen sind, und diese treiben ihre Wurzeln durch das zerfallende Gewebe hindurch in die umgebende Erde. In beiden Fällen findet am Schlusse jener Vegetationsperiode, in welcher die jungen Zwiebeln entstanden sind, eine Ablösung statt; die jungen Zwiebeln stehen nun mit der alten Zwiebel nicht mehr im Zusammenhange und sind selbständig geworden. Manche Arten bilden in der Achsel einer Zwiebelschuppe nur eine einzige, andere wieder ganze Reihen von Knospen aus, die sämtlich zu Zwiebelchen werden, und im letzteren Falle sieht man die alte Zwiebel im Herbste mit einem förmlichen Kranze aus kleinen, jungen Zwiebeln umgeben. Es gibt einen Lauch, Namens Allium pater familias, dessen alte Zwiebel in einem Jahre gegen hundert jungen Zwiebeln den Ursprung gibt. So viele selbständig gewordene junge Zwiebeln dicht gedrängt in unmittelbarer Nähe des Stockes, aus dem sie hervorgegangen, können sich dort unmöglich gut entwickeln; gegenseitiger Druck wäre bei dem weiteren Wachstume derselben unvermeidlich, und wenn nun gar im nächsten Jahre jede dieser Zwiebeln neue Ableger bilden und selbst wieder zum Ausgangspunkte von jungen Zwiebeln werden soll, so ist es dringend notwendig, daß Raum geschaffen wird, und daß die dicht gedrängte Schar sich lockert und auseinander rückt. Da alle Zwiebeln mit dem Scheitel ihres Stammes nach aufwärts gerichtet sind, so kann das Auseinanderrücken durch

eine Verlängerung des Stammes nicht erfolgen; der gegenseitige Druck der benachbarten, sich verdickenden jungen Zwiebeln wird zwar eine geringe Verschiebung zur Folge haben, aber doch nicht die nötige Abhilfe schaffen. Da kommt nun der merkwürdige Wurzelzug ins Spiel, welcher im I. Bande, S. 725 besprochen wurde. Die von der Basis der jungen Zwiebel ausgehenden Wurzeln senken sich nur zum geringsten Teile nach abwärts, die Mehrzahl wächst von der Achse der Zwiebel unter rechtem Winkel weg und hält eine Richtung parallel zur Erdoberfläche ein (s. Abbildung, S. 725, Fig. 1). Wenn dann diese auffallend langen Wurzeln ihr Wachstum abgeschlossen haben, verkürzen sie sich und ziehen dadurch die junge Zwiebel, der sie angehören, von der alten Zwiebel weg. Es bilden nun die jungen Zwiebeln einen weiten, gelockerten Kranz um die inzwischen zerstörte alte Zwiebel und haben genügend Raum, um sich weiter zu entwickeln. So verhält es sich nicht nur bei der abgebildeten Muscari, sondern auch bei Ornithogalum nutans, Tulipa silvestris und wohl bei den meisten Zwiebelgewächsen. Da sich der geschilderte Vorgang alljährlich wiederholt, so kann trotz der geringen Entfernung, um welche die Zwiebeln unterirdisch verschoben werden, im Laufe der Jahre doch eine ziemlich weite Strecke der Erde von ihnen besetzt sein. In einem Wiener Garten gelangten einmal mit zugeführter Erde einige Zwiebeln der Tulipa silvestris in die Mitte eines grasigen, von Ahornbäumen beschatteten Platzes. Da dort das Gras alljährlich vor der Entfaltung der Blüten gemäht wurde, so konnte eine Samenbildung nicht stattfinden, und die genannte Tulpenart war nur auf Vermehrung durch Ableger angewiesen. Nach etwa 20 Jahren zeigte sich der Grasplatz im Umfange von 30 Schritt ganz durchspickt von Tulpenblättern, welche von unterirdischen Zwiebeln ausgingen. Es hatten sich also innerhalb des genannten Zeitraumes die Zwiebeln infolge des von den verkürzten Wurzeln ausgehenden Zuges nach allen Seiten ungefähr um 10 Schritt verbreitet. Es ist mehr als wahrscheinlich, daß auch die Ableger mehrerer Staudenpflanzen mit aufrechtem Stengel und rübenförmigen oder knollenförmigen Wurzeln, so namentlich der blau blühenden Arten des Eisenhutes (Aconitum Napellus, Neubergense, variegatum), durch den Zug der von ihnen ausgehenden horizontalen Wurzelfasern eine Ortsveränderung erfahren, und daß die truppförmige Anordnung dieser Gewächse die Folge des Wurzelzuges ist (s. S. 732).

Ein Rückblick auf die so mannigfache Entstehungs- und Verbreitungsweise der Ableger führt zu dem Ergebnisse, daß an allen Teilen der Pflanze Ableger gebildet werden können, daß für jede Pflanzenart die Gestalt der Ableger eine unveränderliche ist, oder mit anderen Worten, daß die Form der einzelnen Teile des Ablegers in den aufeinander folgenden Generationen genau so wiederkehrt wie die Form der Blüten und Früchte, daß aber nicht selten eine und dieselbe Art zweierlei, ja selbst dreierlei Ableger ausbildet. So entwickelt der Schimmel, welcher den Namen Claviceps purpurea führt, Sporen, deren Verbreitung durch honigsuchende Tiere erfolgt, weiterhin die als „Mutterkorn" bekannten Sklerotien, welche durch die Bewegung der schwankenden Halme aus den dürren Ähren geschleudert werden, und drittens fadenförmige Sporen, welche aus den Schläuchen ausgestoßen und durch den Wind verbreitet werden. Das Lebermoos Blasia pusilla entwickelt Thallidien in besonderen flaschenförmigen Behältern, solche auf der Oberfläche des Lagers und Sporen in den Sporangien. Immer ist aber die Gestalt der gebildeten Ableger der Jahreszeit und den an der Bildungsstätte vorhandenen Verbreitungsmitteln angemessen. In dem einen Falle ist es passender, wenn die Ableger nur langsam und schrittweise, in dem anderen, wenn sie rasch und sprungweise verbreitet werden; im Frühlinge mag es vorteilhafter sein, wenn die Ableger durch den Wind, im Sommer, wenn sie durch Tiere, im Herbste, wenn sie durch Ausschleudern ihre Verbreitung finden. Steppengewächse werden andere Ableger ausbilden müssen als Pflanzen, die im schattig-feuchten, windgeschützten Waldgrunde ihren

Standort haben. Ebenso ist es selbstverständlich, daß Ableger, welche unterirdisch oder oberirdisch fortkriechen, ohne sich von dem Boden zu trennen, ganz anders ausgerüstet sind als jene, welche losgelöst von der Stätte ihres Ursprunges, über die Erde fortrollend oder von Luftströmungen getragen oder als Anhängsel wandernder Tiere weite Reisen auszuführen haben. Während es sich bei den ersteren ganz vorzüglich darum handelt, daß etwaige durch das Erdreich gegebene Widerstände überwunden werden, ist es bei den letzteren von Wichtigkeit, daß sie im Verlaufe ihrer Reise nicht infolge von Nahrungs- und Wassermangel zu Grunde gehen. Losgelöst von dem Boden, sind sie der Gefahr des Vertrocknens in hohem Grade ausgesetzt, und auch dann noch, wenn sie irgendwo gestrandet sind, ist die Zufuhr der zur Ausbildung von Haft- und Saugorganen benötigten Wassermenge aus der Umgebung nicht immer gesichert. Dergleichen Ansiedler müssen entweder so eingerichtet sein, daß sie eine weitgehende Austrocknung ohne Nachteil vertragen, wie die Ableger der Laubmoose und die Soredien der Flechten, oder sie müssen selbst den nötigen Wasservorrat mitbringen, und es muß Vorsorge getroffen sein, daß sie diesen Vorrat nicht vorzeitig durch Verdunstung verlieren. In der That sind solche abgelöste Ableger, wie beispielsweise jene von Sempervivum, Sedum, Kleinia und Mamillaria, nicht nur mit einem besonderen Wassergewebe ausgerüstet, sondern überdies mit einer Oberhaut versehen, welche als ein vortreffliches Schutzmittel gegen zu weit gehende Transpiration wirksam ist. Alle von ihrer Bildungsstätte losgelösten Ableger sind immer auch mit den nötigen Reservestoffen, beziehentlich Baustoffen versehen, damit sie alsbald nach der Ansiedelung aus den eignen mitgebrachten Mitteln Saugwurzeln und grüne Blätter treiben, an dem neuen Standorte festen Fuß fassen und Nahrung aus der Umgebung gewinnen können. Bei den durch Wasserströmungen verbreiteten Ablegern sind die Ausrüstungen mit einem Wassergewebe ebenso wie die Sicherung gegen das Austrocknen überflüssig, und damit mag es wohl zusammenhängen, daß Ableger, welche sich ablösen, bei Wasserpflanzen verhältnismäßig häufiger vorkommen als bei den Erd- und Steinpflanzen.

Ein großes Gewicht ist auch auf das Ergebnis zu legen, daß die Erneuerung und Verbreitung der Pflanzenarten mittels Ableger in ebenso großartigem Maße und in ebenso mannigfaltiger Weise erfolgt, wie die Erneuerung und Verbreitung durch Früchte und Samen, und daß sich die Pflanzenwelt auch ohne Befruchtung und Fruchtbildung zu verjüngen und erhalten vermöchte (s. S. 479 und 581).

Die Verbreitung der Arten mittels Früchte und Samen.

Auf den Höhen des Kahlenberges bei Wien wächst am Rande des Waldes ein kleiner Halbstrauch, welcher den Namen Dorycnium herbaceum führt. Derselbe gehört zu den Schmetterlingsblütlern und entwickelt kugelige, einsamige Früchte, die im Oktober zur Reife gelangen. Zum Behufe einer vergleichenden Untersuchung hatte ich einmal mehrere fruchtbeladene Reiser dieses Halbstrauches gesammelt, sie mit nach Hause genommen und dort auf meinen Schreibtisch gelegt. Als ich des anderen Tages neben dem Schreibtische sitzend in einem Buche las, schnellte mir plötzlich ein Same des Dorycniums mit großer Heftigkeit in das Gesicht. Kurz darauf sah ich einen zweiten, dritten, vierten und schließlich ungefähr ein halbes Hundert solcher Samen von den kleinen Fruchtständen emporschnellen und hörte jedesmal ein eigentümliches Geräusch, von welchem das Aufspringen der Früchte und das Ausschleudern der Samen begleitet war. Augenscheinlich hatten die Sonnenstrahlen, welche, durch das Fenster einfallend, die Früchte erwärmten und austrockneten, diese überraschende Erscheinung hervorgebracht. Mich erinnerte dieser Vorfall an ein

Erlebnis Goethes, über welches in der „Italienischen Reise" Folgendes zu lesen ist: „Ich hatte mehrere Samenkapseln von Acanthus mollis nach Hause getragen und in einem offenen Kästchen niedergelegt; nun geschah es in einer Nacht, daß ich ein Knistern hörte und bald darauf das Umherspringen an Decke und Wände wie von kleinen Körpern. Ich erklärte mir's nicht gleich, fand aber nachher meine Schoten aufgesprungen und die Samen umher zerstreut. Die Trockene des Zimmers hatte die Reife bis zu solcher Elastizität in wenigen Tagen vollendet."

Die Früchte von Dorycnium und Acanthus können füglich als Vorbilder für eine umfangreiche Gruppe von Früchten angesehen werden, welche man Schleuderfrüchte genannt hat. Es ist bei ihnen die Einrichtung getroffen, daß das Gewebe in der Umgebung der Samen zur Zeit der Reife in eine hochgradige Spannung versetzt wird. Die nächste Folge der Spannung ist die Trennung des Gewebes an bestimmten, im voraus festgesetzten Stellen und die weitere Folge ein plötzliches Zusammenziehen, Umbiegen und Rollen der getrennten Teile, womit dann ein Fortschleudern der auf diesen Teilen ruhenden Samen verbunden ist. Bisweilen werden gleichzeitig mit den Samen auch die gerollten Teile und in seltenen Fällen sogar die ganzen Früchte fortgeschleudert. Es herrscht in dieser Beziehung eine sehr große Mannigfaltigkeit. In dem einen stimmen aber alle Schleudervorrichtungen miteinander überein, daß durch sie die Samen an Orte gelangen, welche außerhalb des von der Mutterpflanze eingenommenen Gebietes liegen, oder mit anderen Worten, daß die Samen über dieses Gebiet hinaus verbreitet werden.

Bei einem Teile der als Schleudervorrichtung ausgebildeten Früchte wird die hochgradige, mit Trennung und Rollung bestimmter Gewebe endigende Spannung durch starke Quellung der Zellhäute oder durch den Turgor der Zellen veranlaßt. Hierher gehört als einer der seltsamsten Fälle die Spritzgurke oder Eselsgurke (Ecballium Elaterium), welche auf S. 772, Fig. 1 abgebildet ist. Die Frucht dieser zu den Kukurbitaceen gehörigen Pflanze hat die Gestalt einer mit Borsten besetzten, von einem hakenförmigen Stiele getragenen, grünen, fleischigen Gurke. Der Fruchtstiel ragt mit seinem Ende wie ein Zapfen in den Hohlraum der Frucht hinein. Wenn die Samen ihre volle Reife erlangt haben, wird das sie umgebende Gewebe in eine schleimige Masse umgewandelt. Auch das Gewebe in der Nachbarschaft des eben erwähnten Zapfens wird zu dieser Zeit aufgelöst und dadurch die Verbindung des Fruchtstieles mit der Gurke sehr gelockert. In der Wand der Gurke befindet sich eine stark gespannte Schicht aus prallen Zellen, welche das Bestreben hat, sich auszudehnen. An dieser Ausdehnung wird sie, solange die Frucht nicht ganz reif ist, durch das straffe Gewebe in der Umgebung des Fruchtstieles behindert. Sobald aber die Frucht ihre Reife erlangt hat, ist dieses Hindernis beseitigt. Es trennt sich dann die Gurke von dem zapfenförmigen Ende des Stieles; in demselben Augenblicke findet auch die Ausdehnung der besagten Gewebeschicht statt, es erfolgt eine starke Pressung des Fruchtinneren, und die Samen samt dem sie umgebenden Schleim werden mit großer Gewalt aus den bisher von dem Ende des Stieles verschlossenen Loche herausgespritzt (s. Abbildung, S. 772, Fig. 2).

Nicht weniger merkwürdig verhalten sich die zu den Grünblumigen gehörenden Dorsteniaceen. Ähnlich wie bei den Feigen sitzen bei diesen Pflanzen zahlreiche kleine Blüten einem Blütenlager auf, welches auch dann noch fleischig und saftreich bleibt, wenn sich aus den Blüten kleine einsamige Früchte entwickelt haben. Der untere Teil eines jeden Früchtchens besitzt dicke Wandungen und ist in das Blütenlager, ähnlich wie ein Haarbalg in die Haut des Menschen, eingesenkt. Der obere dünnhäutige Teil ragt warzenförmig über das Blütenlager empor. Wenn der Same vollständig ausgereift ist, steigert sich der Turgor in der äußeren Zellenschicht der dicken Fruchtwände; der dünnhäutige Scheitel reißt

auf, die dicken Fruchtwände schließen plötzlich zusammen, und der von ihnen bisher umhüllte Same wird gewaltsam hinausgeschleudert.

Ein eigentümliches Ausschleudern der Samen findet man auch bei den Oxalidaceen, für welche der gewöhnliche Sauerklee oder Buchampfer (Oxalis Acetosella; s. untenstehende Abbildung, Fig. 3, 4 und 5) als Beispiel vorgeführt sein mag. Hier ist es die Samenhaut, in welcher sich ein besonderes Schwellgewebe als Vorrichtung zum Ausschleudern der Samen ausbildet. Eine der tieferen Schichten der Samenhaut besteht nämlich aus prallen Zellen,



Schleuderfrüchte: 1. Ecballium Elaterium; Zweig mit Blüten und Früchten. — 2. Eine Frucht, welche sich vom Stiele gelöst hat und die Samen ausspritzt. — 3. Oxalis Acetosella; ganze Pflanze mit einer unreifen Frucht an dem hakenförmig gekrümmten und einer reifen, die Samen ausschleudernden Frucht am aufrechten Stiele, in natürlicher Größe. — 4. Unreife Frucht, — 5. reife, die Samen ausschleudernde Frucht von Oxalis Acetosella; 6fach vergrößert. Vgl. Text, S. 771, 776 und 777.

und diese Schicht, welche eben das Schwellgewebe darstellt, ist sehr stark gespannt, während die äußersten Zellenschichten der Samenhaut nicht gespannt sind. Wenn nun der Same ausgereift ist, findet eine starke Quellung in den Zellhäuten des ohnehin schon stark gespannten Schwellgewebes statt, die äußere Schicht der Samenhaut kann dem Drucke nicht mehr widerstehen, reißt auf, und die an den Riß grenzenden Ränder der äußeren Hautschicht rollen sich blitzschnell zurück. Dadurch erhält der eingeschlossene Samenkern einen heftigen Stoß und wird durch den unmittelbar vor ihm befindlichen Spalt der Kapsel mit großer Gewalt hinausgepreßt und fortgeschleudert (Fig. 5). Seit langer Zeit bekannt ist auch das Ausschleudern der Samen bei den Balsaminaceen. Die Frucht der hierher gehörigen Impatiens Nolitangere stellt eine aus fünf Fruchtblättern gebildete, länglich-lanzettliche Kapsel dar (s. Abbildung, S. 773, Fig. 6). Die Wände dieser Kapsel sind aus drei Zellenschichten

aufgebaut. Eine Zellenschicht, nämlich jene, die unmittelbar unter der Oberhaut liegt, besteht aus großen, stark turgeszierenden Zellen und wird als Schwellschicht angesprochen. Sie befindet sich in einem hohen Grade der Spannung, und wenn sich zur Zeit der Samenreife der Verband der fünf Fruchtblätter entlang der vorgebildeten Trennungsschichten lockert, so findet eine Auslösung der Spannung statt; das gelockerte Zellgewebe der Trennungsschichten wird zerrissen, die fünf Fruchtblätter rollen sich ein, und infolge der raschen Rollbewegung werden die in der Frucht enthaltenen Samen ausgeschleudert. Die zu den



Schleuderfrüchte: 1. Orobus vernus. — 2 und 3. Geranium palustre.— 4. Viola elatior. — 5. Cardamine impatiens. — 6. Impatiens Nolitangere. — 7 und 8. Acanthus mollis. — 9 und 10. Ricinus communis. Vgl. Text, S 772—776.

Kukurbitaceen gehörigen Cyclanthera explodens und Thladiantha dubia sowie mehrere Kreuzblütler aus den Gattungen Dentaria und Cardamine, insbesondere die obenstehend abgebildete Cardamine impatiens (Fig. 5), zeigen ähnliche Verhältnisse, nur findet bei diesen Gewächsen die Rollung der Fruchtblätter nicht nach einwärts, sondern nach auswärts statt.

In den bisher besprochenen Fällen ist der Turgor der Zellen oder die Quellung der Zellhäute sowie die hierdurch veranlaßte starke Spannung einer besonderen Gewebeschicht in der Wand der Frucht die Ursache des Ausschleuderns. In den nachfolgend aufgezählten Fällen ist es die Austrocknung und die mit der Austrocknung verbundene Verkürzung einer besonderen Schicht der Fruchtwand, welche eine Trennung und Zerreißung und weiterhin ein Umbiegen, Krümmen und Rollen bestimmter Fruchtteile im Gefolge hat. Diese Veränderung vollzieht sich sehr rasch und

bewirkt, daß die Samen oder einzelnen Fruchtteile, ja selbst die ganzen Früchte abgeschleudert werden. Es sollen hier nur die bekanntesten der in diese Abteilung gehörenden Schleuderfrüchte vorgeführt werden.

Die Früchte des Sumpfreiherschnabels (Geranium palustre; s. Abbildung, S. 773, Fig. 2) zeigen eine fünfkantige Mittelsäule, um welche fünf Fruchtblätter im Kreise geordnet sind. Die Fruchtblätter sind an ihrem Grunde halbkugelig aufgetrieben und laufen weiter aufwärts in eine lange, der Mittelsäule anliegende Granne aus. In der Aushöhlung eines jeden Fruchtblattes ist ein Same geborgen. Wenn derselbe seine Reife erlangt hat, findet ein Austrocknen der die erwähnten Grannen bildenden Gewebe statt. Die Austrocknung ist eine ungleichmäßige; die äußere, aus mehreren Lagen saftreicher Zellen bestehende Schicht trocknet rascher aus als die innere, welche aus Zellen mit verdickten Wandungen zusammengesetzt ist. Das hat zur Folge, daß sich der grannenförmige Teil der Fruchtblätter von der Mittelsäule abhebt und wie eine Uhrfeder nach außen und oben krümmt. Das zarte ausgetrocknete Zellgewebe, durch welches die Fruchtblätter bisher miteinander verbunden waren, setzt dieser Krümmung keinen Widerstand entgegen, und da die Aushöhlung der Fruchtblätter an der inneren Seite geöffnet ist und der Same in der Aushöhlung wie in einer Hohlhand eingebettet liegt, so wird derselbe bei dem raschen Aufschnellen der Granne im weiten Bogen fortgeschleudert (s. Abbildung, S. 773, Fig. 3). Bei dem hier als Beispiel gewählten Sumpfreiherschnabel sowie bei den anderen großblütigen Arten der Gattung Geranium bleiben die Spitzen der Grannen mit der Mittelsäule verbunden, und die Mittelsäule, welche die aufgerollten entleerten fünf Fruchtblätter trägt, macht dann den Eindruck eines Armleuchters.

Die stengeltragenden Veilchen, für welche Viola elatior (s. Abbildung, S. 773, Fig. 4) als Vorbild gewählt sein mag, entwickeln eine mit drei Klappen aufspringende Kapselfrucht. Die Klappen haben das Ansehen eines Kahnes; die Ränder, welche den Seitenplanken des Kahnes entsprechen, sind dünn, der Kiel dagegen ist sehr dick und gewulstet. Auf der oberen Seite des Kieles sitzen in zwei Reihen geordnet die Samen. Die kahnförmigen Klappen zeigen einen sehr verwickelten Bau. Am Durchschnitte derselben sieht man eine Schicht aus dünnwandigen parenchymatischen Zellen, eine Schicht aus langgestreckten, in Bogenlinien verlaufenden Zellen und eine Schicht aus stark verdickten, in die Quere ausgedehnten Zellen. Das ungleiche Austrocknen dieser Zellenschichten ist die Ursache, daß die Seitenwände der kahnförmigen Klappen aufgebogen und so weit gegeneinander gerückt werden, daß auf die in der Mitte sitzenden Samen von zwei Seiten her ein starker Druck ausgeübt wird. Dieser Druck aber hat zur Folge, daß die glatten Samen fortgeschleudert werden, ungefähr so, wie Kirschenkerne, welche man durch den von Daumen und Zeigefinger ausgeübten Druck auf ziemliche Entfernung fortzuschnellen pflegt. Das Ausschleudern erfolgt in sehr regelmäßiger Reihenfolge. Zuerst wird der vorderste Same des ersten Fruchtblattes fortgeschleudert und ganz zuletzt die Samen an dem gegenüberliegenden Ende. Erst dann, wenn das erste Fruchtblatt vollständig entleert ist, kommt das zweite und schließlich das dritte Fruchtblatt an die Reihe. Immer beginnt aber das Zusammenziehen der beiden Seitenplanken am freien Ende des Fruchtblattes und dauert so lange, bis sämtliche Samen ausgeworfen sind.

Bei zahlreichen Mimosaceen, Cäsalpinaceen, Papilionaceen, Sterkuliaceen und Akanthaceen werden die Samen im Augenblicke des Öffnens der Hülse oder Kapsel durch die schraubige Drehung der Fruchtklappen ausgeschleudert. Man unterscheidet in der Fruchtwand dieser Pflanzen eine saftreiche weiche Schicht aus dünnwandigen parenchymatischen und eine Hartschicht aus stark verdickten, langgestreckten, von dem einen zum anderen Rande der Fruchtklappen in schräger Richtung verlaufenden Zellen. In diesen schräg verlaufenden

Zellen der Hartschicht liegt die Kraft, durch welche die Frucht gesprengt und die Fruchtklappen im Augenblicke des Auseinanderweichens schraubig gedreht werden. Jede einzelne dieser Zellen erfährt nämlich beim Austrocknen eine schraubige Drehung, und infolgedessen wird auch die ganze Hartschicht entsprechend gedreht. Die Gewebe aus dünnwandigen Zellen, welche mit der Hartschicht in Verbindung stehen, setzen der Drehung keinen Widerstand entgegen, und die Drehung erfolgt daher so rasch, so plötzlich und mit solcher Gewalt, daß die in der Hülse enthaltenen Samen in weitem Bogen ausgeschleudert werden. Wenn die Frucht kurz ist, beschränkt sich die Drehung der Klappen auf $^1/_2$—1 Schraubenumgang, wenn sie lang ist, bilden sich zwei, ja bisweilen sogar drei Schraubenumgänge, und die Klappen der entleerten Frucht erscheinen dann lockenförmig gerollt (z. B. Lotus corniculatus, s. Abbildung, S. 425, Fig. 3, und Orobus vernus, s. Abbildung, S. 773, Fig. 1). Die Wurfkraft richtet sich nach der Mächtigkeit der Hartschicht. Bei Castanospermum australe, einer Pflanze, deren Hülsenklappen die Dicke von 5 mm erreichen, werden bei der plötzlichen Drehung kugelige Samen im Durchmesser von 3,5 cm und im Gewichte von 16 g ausgeschleudert! In diesen Fällen bleiben die Klappen der Frucht nach dem Ausschleudern der Samen auf den Fruchtstielen stehen, und darin liegt der wesentlichste Unterschied von jenen Schleuderfrüchten, deren Fruchtblätter zugleich mit dem Samen vom Fruchtstiele abspringen. Auch zu dieser Gruppe der Schleuderfrüchte gehören wieder mehrere Papilionaceen, namentlich der eingangs dieses Kapitels erwähnte Backenklee (Dorycnium), dann die Malvacee Kitaibelia, die Liliacee Alströmeria, mehrere Akanthaceen, namentlich der durch Goethe bekannt gewordene Acanthus mollis (s. Abbildung, S. 773, Fig. 7 und 8), die merkwürdige, schmarotzende Lathraea clandestina und insbesondere viele Wolfsmilchgewächse (z. B. Euphorbia, Hura, Hyaenanthe, Mercurialis. Ricinus; s. Abbildung, S. 773, Fig. 9 und 10). Die Fruchtklappen sind bei allen diesen Pflanzen verhältnismäßig kurz, und aus diesem Grunde tritt die schraubige Drehung weniger deutlich hervor. Es wird aber der Stoß, welchen die Samen infolge der schraubigen Drehung der Fruchtklappen erfahren, noch durch verschiedene andere Einrichtungen, deren ausführliche Schilderung hier zu weit führen würde, unterstützt, und thatsächlich ist gerade bei dieser Abteilung der Schleuderfrüchte die Wurfweite verhältnismäßig bedeutend.

Eine eigentümliche Form der Schleuderfrüchte beobachtet man bei mehreren Diosmaceen, Rutaceen und Zygophyllaceen. Bei diesen Gewächsen findet innerhalb der Fruchtblätter oder Fruchtklappen eine vollständige Trennung der Hartschicht und Weichschicht statt. Die nach außen gelegene Weichschicht trocknet zur Zeit der Samenreife aus, spaltet sich dabei entlang der Bauchnaht und zieht sich stark zusammen. Infolge dieses Zusammenziehens wird die nach innen gelegene Hartschicht, welche die Gestalt eines Gehäuses hat und den Samen umschließt, aus dem Spalte hinausgepreßt. Sobald das Gehäuse der Hartschicht in Freiheit gesetzt ist, fahren die beiden Seitenwände desselben auseinander, nehmen die Form einer Schiffsschraube an und schleudern den Samen in weitem Bogen von sich. Ähnliche Vorgänge spielen sich auch bei der zu den Polemoniaceen gehörenden Gattung Collomia ab. Nur ist es da nicht die äußere weiche Schicht der Fruchtklappen, sondern der Kelch, welcher bei dem Austrocknen auf das von ihm umschlossene Gehäuse eine Pressung ausübt, und das ausgestoßene Gehäuse ist nicht nur die Hartschicht, sondern die ganze trockene Fruchtkapsel. Auch wird in diesem Falle das Abspringen des Gehäuses wesentlich dadurch unterstützt, daß die drei Klappen der Fruchtkapsel schon zur Zeit, wenn sie noch vom Kelche umschlossen sind, sich trennen und dabei einen Gegendruck auf den Kelch ausüben. Ist die Kapsel einmal aus der Umklammerung des Kelches befreit, so fahren ihre Klappen noch weiter auseinander und schleudern die von ihnen bisher umschlossenen Samen aus. Auch bei Eschscholtzia springt die ganze Frucht von dem

Fruchtboden ab, doch wird hier das Abspringen dadurch bewirkt, daß die beiden Klappen der schotenartigen Frucht beim Austrocknen einen hohen Grad der Spannung erreichen und sich nach außen zu krümmen suchen. Wenn die Spannung endlich so weit gediehen ist, daß durch sie die Verbindung der Fruchtklappen mit dem Fruchtboden gelöst wird, schnellt die ganze Frucht in einem Bogen von dem Fruchtstiele ab. Bei dem Storchschnabel (Erodium; s. Abbildung, Band I, S. 577) und bei mehreren Doldengewächsen (z. B. Scandix) springt bei dem Austrocknen zwar nicht die ganze Frucht, aber es springen die Teilfrüchte mit dem von ihnen eng umschlossenen Samen von der Mittelsäule ab.

Diese übersichtliche Darstellung dürfte genügen, um ein Bild von der großen Mannigfaltigkeit der Schleuderfrüchte zu gewinnen. Daß diese Früchte in allen Fällen eine Stellung einnehmen, welche ein unbehindertes Ausschleudern der Samen möglich macht, ist selbstverständlich. Wenn die Früchte vor dem Abspringen oder vor dem Ausschleudern der Samen aus irgend einem Grunde unter den Laubblättern versteckt sind, oder wenn sie von abwärts gekrümmten Stielen getragen werden, wie bei dem Sauerklee und dem Veilchen (s. Abbildung, S. 772, Fig. 3, und S. 773, Fig. 4), so strecken sich die Stiele kurz vor dem Ausschleudern gerade und heben die Frucht über die Laubblätter empor. Das Abspringen erfolgt in den meisten Fällen unter einem Winkel von 45°, wodurch bekanntlich die größte Wurfweite erreicht wird. Die ausgeworfenen Samen haben die Form einer Kugel, eines Eies, einer Bohne oder Linse. In letzterem Falle werden die Samen so ausgeschleudert, daß sie mit der Schmalseite die Luft durchschneiden. In allen Fällen ist die Einrichtung getroffen, daß die geschleuderten Samen einem möglichst geringen Widerstand in der Luft begegnen. Eine Führung des abgeschleuderten Körpers wird nur selten beobachtet. Am ehesten könnte man von einer solchen bei dem Sauerklee (s. S. 772, Fig. 3) und bei dem Ricinus (s. S. 773, Fig. 10) sprechen, wo die Samen durch eine Öffnung mit bestimmtem Umrisse ausgestoßen werden. Bei den Akanthaceen (Justicia, Acanthus rc.) ist die einzuhaltende Richtung dadurch vorherbestimmt, daß von der die Frucht durchziehenden Scheidewand feste Bügel ausgehen, auf welchen die auszuschleudernden Samen aufruhen (s. S. 773, Fig. 8). In den meisten Fällen ist das Aufspringen und Ausschleudern mit einem eigentümlichen Geräusche verbunden, welches an das Platzen einer Blase erinnert. Die Früchte der Hura crepitans springen sogar mit einem deutlichen Knalle auf. Die Wurfweite ist bei den kleinen, leichten Samen am geringsten, bei den großen, schweren Samen am größten, wie aus der nachfolgenden Tabelle hervorgeht.

Name der Pflanze	Form des Samens	Längster Durchmesser des Samens	Kürzester Durchmesser des Samens	Gewicht des Samens	Wurfweite
Cardamine impatiens	ellipsoidisch	1,5 mm	0,7 mm	0,005 g	0,9 m
Viola canina	eiförmig	1,6 -	1 -	0,008 -	1,0 -
Dorycnium decumbens . . .	kugelig	1,5 -	1,5 -	0,003 -	1,0 -
Geranium columbinum . . .	kugelig	2,0 -	2,0 -	0,004 -	1,5 -
Geranium palustre	walzig	3,0 -	1,5 -	0,005 -	2,5 -
Lupinus digitatus	würfelförmig	7,0 -	7,0 -	0,08 -	7,0 -
Acanthus mollis	bohnenförmig	14,0 -	10,0 -	0,4 -	9,5 -
Hura crepitans	linsenförmig	20,0 -	17,0 -	0,7 -	14,0 -
Bauhinia purpurea	linsenförmig	30,0 -	18,0 -	2,5 -	15,0 -

Aus dieser Tabelle ist zu ersehen, daß die durch Schleuderfrüchte erreichte Verbreitung der Pflanzen eine sehr beschränkte ist. Die Wurfweite von 15 m, welche durch die kräftigsten Schleudervorrichtungen erreicht wird, ist im Vergleiche zu den Entfernungen, welche durch andere Verbreitungsmittel, namentlich durch den Wind, erzielt werden, eine

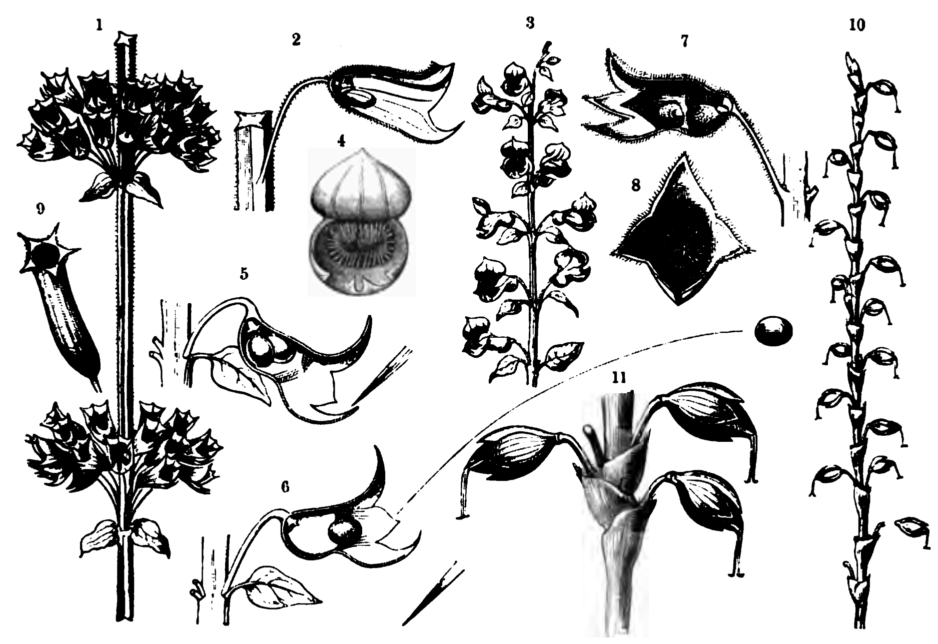
verschwindend kleine. Daraus dürfte sich auch erklären, daß die Ausbildung von Schleuderfrüchten auf verhältnismäßig wenig Pflanzen beschränkt ist, und daß diese Pflanzen vorwaltend Bewohner von Orten sind, wo die Gewalt des Windes gebrochen und abgeschwächt ist, und wo daher die Bedingungen für die Verbreitung durch den Wind nichts weniger als günstig sind. Cardamine impatiens, Dentaria, Impatiens, Lathraea clandestina, Mercurialis perennis, Orobus vernus, Oxalis Acetosella, Viola canina und silvatica haben ihre Heimat in einsamen, schattigen, windgeschützten Waldgründen, und andere, wie z. B. Geranium palustre und Lathyrus silvester, klettern an den Gebüschen und Hecken am Rande des Waldes. Es darf auch nicht unerwähnt bleiben, daß in vielen Fällen mit dem Ausschleudern eine zweite Art der Verbreitung der Früchte und Samen verbunden sein kann, auf welche der Name Impatiens Nolitangere, zu deutsch „Rühr' mich nicht an", hinweist. Bei jenen Schleuderfrüchten, bei welchen die hohe Spannung auf der Quellung und dem Turgor besonderer Zellenschichten beruht, ist nämlich die Einrichtung getroffen, daß die Spannung, in welcher sich die Wände der Frucht befinden, durch die leiseste Berührung von außen gelöst wird, und daß dem Berührenden die Samen entgegen- oder nachgeschleudert werden. Tiere, welche durch die schattigen Waldgründe wandernd an Impatiens, Cardamine, Dentaria, Oxalis 2c. vorüberkommen, werden infolge des Anstreifens an die Früchte dieser Pflanzen mit deren Samen beworfen, und es ist kaum zweifelhaft, daß ein Teil dieser Samen an dem Pelze oder Gefieder der Tiere hängen bleibt. Daß die Tiere, welche über die mit Elaterium (s. Abbildung, S. 772, Fig. 1) bewachsenen Plätze schreiten und dabei die an hakenförmig umgebogenen Stielen hängenden Früchte streifen, mit den ausgespritzten und in eine schleimige Masse eingebetteten Samen besudelt werden, ist längst bekannt, sowie es nachgewiesen ist, daß sich diese Tiere der unbequemen Last zu entledigen suchen, sobald sie am Ende ihrer Wanderung an einem Ruheplatze angelangt sind.

Es sind hier noch mehrere der Verbreitung der Früchte und Samen dienende Vorrichtungen zu schildern, welche, was den Erfolg anbelangt, die größte Ähnlichkeit mit den Schleuderfrüchten haben, in den der Erscheinung zu Grunde liegenden Ursachen aber wesentlich abweichen. Bei den Schleuderfrüchten beruht das Wegschleudern der Früchte und Samen auf Quellung und Turgor oder auf Bewegungen, welche durch das Austrocknen hygroskopischer Zellenschichten zu stande kommen; in den nun zu beschreibenden Fällen *beruht das Auswerfen der Früchte und Samen lediglich auf der Elastizität der Stengel und Fruchtstiele.* Diese Stengel und Fruchtstiele sind in hohem Grade biegungsfest und werden *durch eine von außen her wirkende Kraft* gespannt und gebogen. In dem Augenblicke, wo diese Kraft zu wirken aufhört, kehren sie zufolge der Biegungsfestigkeit in die frühere Lage zurück und werfen bei dieser Gelegenheit die von ihnen getragenen Früchte und Samen in weitem Bogen fort. Von diesen Vorrichtungen, welche im Hinblicke auf die Ähnlichkeit mit Wurfmaschinen oder Ballisten *ballistische Verbreitungsmittel der Früchte und Samen* genannt werden, sollen fünf Formen besonders hervorgehoben werden. Die einfachste derselben trifft man an den Korbblütlern, deren Fruchtköpfchen von einem aufrechten, verhältnismäßig langen, elastisch biegsamen Stengel getragen werden. Die Früchtchen sind zur Zeit der Reife von ihren kurzen Stielchen bereits abgelöst, und als Lagerstätte derselben dient das von Hüllschuppen umgebene Mittelfeld des ehemaligen Blütenlagers oder der Grund des aus dem Blütenköpfchen hervorgegangenen körbchenförmigen Fruchtköpfchens. Sie sind hier so gebettet, daß ein Ausfallen ohne äußere Veranlassung nicht möglich ist. Sobald aber durch einen Windstoß oder ein anstreifendes Tier der das Fruchtköpfchen tragende, aufrechte, biegungsfeste Stengel seitwärts gebogen wird und dann wieder zurückschnellt, werden die auf dem schüsselförmigen oder körbchenförmigen Fruchtköpfchen liegenden Früchte ausgeworfen. Bei vielen Korbblütlern

neigen die Hüllschuppen, welche das Körbchen bilden, oben dachförmig zusammen; dabei sind sie aber elastisch biegsam und an der Innenseite sehr glatt, so daß die Früchtchen, welche ausgeworfen werden, an ihnen leicht abgleiten und durch die zusammenneigenden elastischen Spitzen der Schuppen eine Art Führung erhalten. Bei anderen Korbblütlern, für welche die Gattung Telekia als Vorbild gelten kann, ist das Blütenlager mit sogenannten Spreublättchen dicht besetzt, und die auszuwerfenden Früchtchen, welche, nebenbei bemerkt, keine Haarkrone haben, erscheinen zwischen diesen Spreublättchen eingebettet. Die Spreublättchen sind aufrecht, starr und am Rande mit aufwärts gerichteten Zäckchen versehen. Bei jeder noch so leichten Erschütterung rücken die Früchtchen zwischen den Spelzen ein wenig in die Höhe, können dann aber nicht mehr zurück, weil sich ihnen die starren Zäckchen am Rande der Spelzen entgegenstemmen. Es macht den Eindruck, als ob die Früchtchen zwischen den Spelzen wie auf einer Leiter schrittweise emporsteigen würden. Endlich sind sie nahe bei der Spitze der Spreublättchen angelangt. Wenn nun bei dem Anpralle eines heftigen Windstoßes die Stiele der Fruchtköpfchen stärker hin und her schwanken, so werden die zwischen den elastischen Spitzen der Spreublättchen eingelagerten Früchtchen in weitem Bogen fortgeworfen. Wieder eine andere Gruppe von Korbblütlern, für welche Centaurea Pseudophrygia und stenolepis als Vorbilder dienen können, zeigt folgende Einrichtung: Das Blütenlager entbehrt der Spreublättchen, die Hüllschuppen bilden einen Korb, und die Früchte sind im Grunde des Korbes eingebettet. Bei feuchtem Wetter schließen die Spitzen der Deckschuppen dicht zusammen, und die kurzen Borsten des die Früchtchen krönenden Pappus sind genähert und aneinander gelegt. Bei trockenem warmen Wetter, zumal unter dem Einflusse trockener Winde und im Sonnenschein, weichen die Deckschuppen auseinander, und das Körbchen ist nun weit geöffnet. Gleichzeitig sträuben sich die den Pappus bildenden Borstenhaare, und durch diese Bewegung werden die Früchtchen bis zur weiten Mündung des Körbchens emporgehoben. Sobald jetzt der biegungsfeste Stengel, welcher das Körbchen trägt, ins Schwanken gerät, werden die Früchtchen wie Federbälle aus dem Körbchen hinausgeworfen. Die borstenförmigen Pappushaare haben hier nicht die Bedeutung von Flugvorrichtungen; sie sind kurz und starr und dienen, abgesehen davon, daß sie die Früchtchen zur Mündung des Körbchens emporheben, dazu, die Richtung bei dem Falle der ausgeworfenen Früchte zu bestimmen. Ballistische Vorrichtungen, welche den eben geschilderten sehr ähnlich sehen, trifft man auch bei mehreren Iridaceen, Liliaceen, Caryophyllaceen, Primulaceen und Skrofulariaceen; nur wird hier von dem aufrechten, biegungsfesten Stengel nicht ein Fruchtköpfchen, sondern eine Kapsel getragen, und was ausgeworfen wird, sind nicht Früchte, sondern Samenkörner. Die Samen sind verhältnismäßig groß und schwer und entbehren der häutigen und haarförmigen Anhängsel. Die Kapsel ist in allen diesen Fällen so gestellt, daß ihre Mündung nach oben sieht, und öffnet sich nur bei trockenem Wetter. Da sie verhältnismäßig tief ausgehöhlt ist, so hat nur ein starkes Schwanken des sie tragenden biegungsfesten Stengels ein Auswerfen der Samen zur Folge.

Überaus merkwürdig ist das Auswerfen der Früchte bei den Lippenblütlern. Die Früchte dieser Pflanzen haben die Gestalt kugeliger, eiförmiger oder ellipsoidischer Nüßchen und sind zur Zeit der Reife im Grunde des Fruchtkelches geborgen. Der Fruchtkelch ist glocken- oder röhrenförmig, mit seiner Mündung nach der Seite gerichtet und wird von einem biegungsfesten, meistens bogenförmigen Stiele getragen (s. Abbildung, S. 779, Fig. 1, 2, 3 und 6). Wenn man mit einem festen Körper, etwa einem Holzstäbchen, auf die starren Spitzen des Fruchtkelches von obenher ein Druck ausübt (Fig. 5), so wird der Stiel des Fruchtkelches wie eine Feder gespannt; sobald dann der Druck aufhört, schnellt der Stiel in seine frühere Lage zurück, und die in der Höhlung des Fruchtkelches geborgenen Nüßchen werden mit großer Gewalt ausgeworfen (Fig. 6). Die Führung bei diesem Ausschleudern

wird von den beiden gleich Schlittenkufen aufwärts gekrümmten unteren Kelchzähnen übernommen (s. untenstehende Abbildung, Fig. 2). In vielen Fällen, beispielsweise bei Teucrium flavum und Euganaeum und Monarda fistulosa (s. untenstehende Abbildung, Fig. 3—9), ist überdies eine zweite Führung durch steife, elastisch biegsame, in die Kelchröhre eingeschaltete und mit ihren Spitzen zusammenneigende Haare hergestellt, und man könnte die Bedeutung, welche diesen Haaren im Hinblicke auf die ausgeworfenen Nüßchen zukommt, mit jener der Züge in den Gewehrläufen vergleichen. Bei Scutellaria hinwiederum bilden die Lappen des an einen geschlossenen Turnierhelm erinnernden Kelchsaumes eine entsprechende Führung der ausgeschleuderten Samen. Was nun künstlich durch Biegen und Aufschnellenlassen der Stiele des Fruchtkelches erreicht wird, erfolgt in der freien

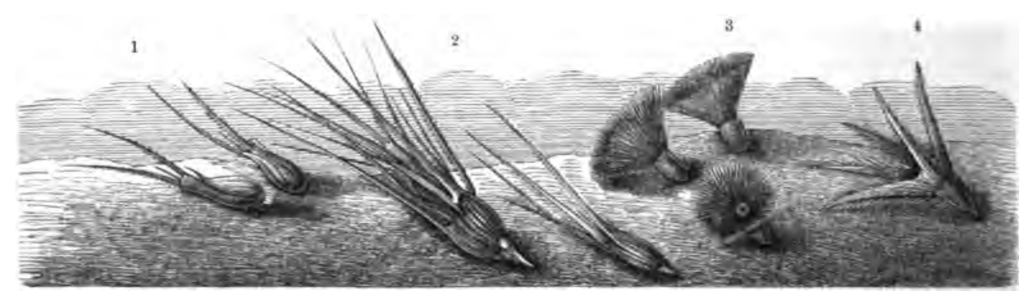


Ballistische Früchte: 1 und 2. Salvia verticillata. — 3, 4, 5 und 6. Teucrium Euganaeum. — 7 und 8. Teucrium flavum. — 9. Monarda fistulosa. — 10 und 11. Polygonum Virginicum. — Fig. 1, 3 und 10 in natürlicher Größe; die anderen Figuren vergrößert. Vgl. Text, S. 778.

Natur infolge heftiger Erschütterung der Fruchtstände durch Windstöße, durch Anprallen von fallenden Regentropfen und ganz vorzüglich durch Anstreifen vorüberwandernder Tiere an die starren Fruchtkelche. Im letzteren Falle mag wohl das eine oder andere ausgeworfene Nüßchen auch auf den Pelz des anstreifenden Tieres gelangen und sodann auf viel größere Entfernung verbreitet werden. Abgesehen von den Lippenblütlern kommt diese Wurfvorrichtung nur selten vor. Am ehesten ließe sich das Auswerfen der Samen aus den S-förmig gebogenen, von steifen Stielen getragenen und mit der Mündung schräg nach aufwärts gerichteten Früchten mehrerer Arten der Gattung Hornkraut, z. B. Cerastium macrocarpum (s. Abbildung, S. 443, Fig. 4), vergleichen.

Eine der seltsamsten ballistischen Vorrichtungen wird an dem nordamerikanischen Polygonum Virginicum (s. obenstehende Abbildung, Fig. 10 und 11) beobachtet. Die Früchte sitzen bei dieser Pflanze auf kurzen Stielen und sind an langen, gertenförmigen Stengeln ährenförmig geordnet. Die kurzen Fruchtstiele zeichnen sich dadurch aus, daß die Zellen des mächtig entwickelten Rindenparenchyms schwach verdickte, aber stark verholzte Wandungen besitzen. Auch ist bemerkenswert, daß an der Grenze von Stiel und Frucht eine

Trennungsschicht entsteht, welche dem freien Auge als Gelenk erscheint. Der Griffel hat sich in einen abwärts gerichteten, mit zwei abstehenden Häkchen endigenden, der Frucht aufsitzenden Schnabel umgewandelt. Wenn ein vorüberwanderndes Tier mit diesen Früchten in Berührung kommt und auf sie einen Druck ausübt, so sieht man, daß sofort eine Lösung in der vorgebildeten Trennungsschicht stattfindet, und daß die betroffenen Früchte in weitem Bogen abspringen. Der auf die Frucht ausgeübte Druck wird augenscheinlich auf den kurzen Stil übertragen, und es wird das Gewebe dieses Stieles in eine Spannung versetzt, welche der Spannung einer Uhrfeder vergleichbar ist. Sobald der Druck aufhört, wird die Spannung in dem Gewebe des Fruchtstieles gelöst und die Frucht mit großer Kraft abgeworfen. Lange Zeit hindurch blieb es rätselhaft, wie das Abwerfen dieser Früchte erfolgt, wenn keine vorüberwandernden Tiere anstreifen. Vor einigen Jahren hatte ich endlich Gelegenheit zu sehen, wie bei heftigem Winde die langen, mit Früchten besetzten Gerten hin und her geschwenkt werden, und wie sie bei dieser Gelegenheit aneinander und an die Äste benachbarter Sträucher streifen, wodurch das Abwerfen der Früchte gerade



Kriechende und hüpfende Früchte: 1. Aegilops ventricosa. — 2. Aegilops ovata. — 3. Crupina vulgaris. — 4. Trifolium stellatum. Vgl. Text, S. 781.

so stattfindet, als ob vorbeiwandernde Tiere angestreift wären. Das Anstreifen der Tiere bietet aber insofern einen Vorzug, als die abgeworfenen Früchtchen mit dem verhärteten Griffel am Pelze des anstreifenden Tieres leicht hängen bleiben, wodurch eine Verbreitung auf weit größere Entfernungen ermöglicht wird. Wenn die Tiere nicht ins Spiel kommen und die abgeworfenen Früchte auf die Erde fallen, beträgt die Wurfweite nur 2—3 m, ein verhältnismäßig sehr geringer Abstand von dem Platze, an welchem die Früchte ausgereift sind.

Noch beschränkter als die Verbreitung der ausgeschleuderten und ausgeworfenen Früchte ist jene der **kriechenden und hüpfenden Früchte.** Unter diesem Namen werden Früchte zusammengefaßt, von deren Umhüllungen einseitig steife und dabei sehr hygroskopische Borsten ausgehen, welche bei dem Wechsel im Feuchtigkeitszustande der Umgebung fort und fort ihre Lage ändern und dabei die eingehüllte Frucht oder den eingehüllten Samen nach einer bestimmten Richtung fortschieben. Bei den Gräsern (z. B. Elymus crinitus, Secale fragile und verschiedenen Arten von Aegilops; s. obenstehende Abbildung, Fig. 1 und 2) sind es die von den Spelzen ausgehenden Grannen, bei den Restiaceen (z. B. dem südafrikanischen Hypodiscus aristatus) die in starke Grannen auslaufenden Deckschuppen der Blüten, bei den Skabiosen und Korbblütlern (z. B. Crupina vulgaris; s. obenstehende Abbildung, Fig. 3) die Kelchborsten und steifen Haare des Pappus und bei den Papilionaceen (z. B. Trifolium stellatum; s. obenstehende Abbildung, Fig. 4) die sparrig abstehenden Kelchzähne, welche durch abwechselndes Auseinander- und Zusammenrücken eine Bewegung veranlassen, welche am besten mit dem Kriechen verglichen werden kann. In allen diesen Fällen erscheinen die hygroskopischen Gebilde auf beiden Seiten oder einseitig oder wenigstens an der Spitze mit

kleinen Zäckchen versehen (s. untenstehende Abbildung, Fig. 1—4), welche eine rückgängige Bewegung von dem einmal erreichten Platze unmöglich machen und insofern die Richtung des Wegs bestimmen. Bei Arrhenatherum elatius, Avena pratensis und mehreren anderen Gräsern sind die Grannen, welche von der Basis der einhüllenden Spelzen ausgehen, knieförmig gebogen. Der Teil unterhalb des Knies ist schraubig gedreht und außerordentlich hygroskopisch. Je nach dem Feuchtigkeitszustande der Luft dreht sich derselbe wie ein Strick bald auf, bald zusammen. Durch diese Drehung wird jener Teil der Granne, welcher sich über dem Knie befindet, wie ein Uhrzeiger bald nach der einen, bald nach der anderen Seite bewegt. Begreiflicherweise kann diese Bewegung nur stattfinden, wenn der uhrzeigerförmige Teil der Granne nicht unverrückbar irgendwo eingeklemmt ist. Für den Fall, daß sich auf dem Boden ein fester Körper erhebt und sich an diesen der eine Hebelarm anstemmt, so kann es geschehen, daß die Spitze der Granne bei fortgesetzter Drehung des unteren Teiles über den festen Körper mit einem kräftigen Rucke hinweggleitet, wobei das begrannte Gebilde in schiefer Richtung emporgeschleudert wird. Besonders in die Augen fallend ist diese Er-



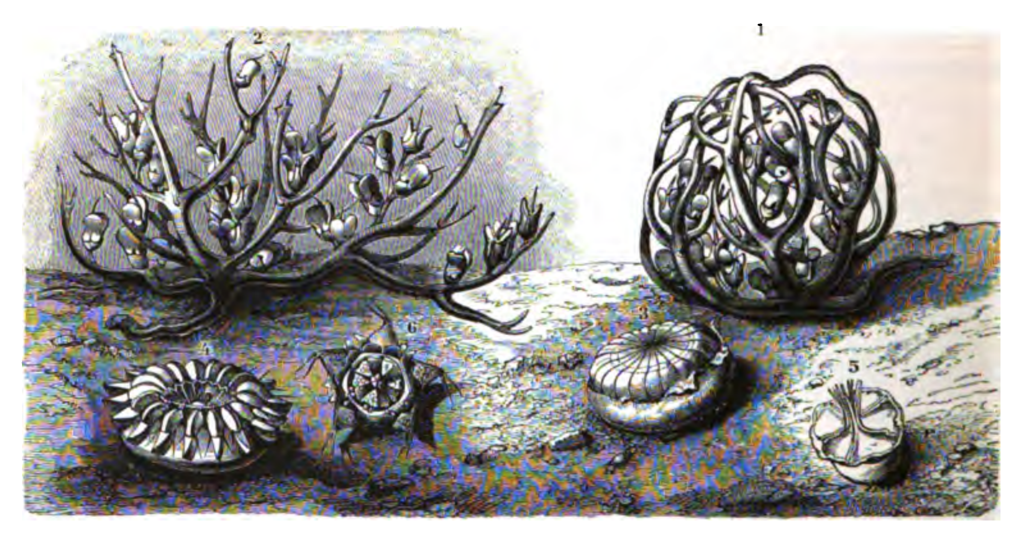
Kriechende und hüpfende Früchte: 1. Granne von Aegilops ventricosa. — 2. Granne von Aegilops ovata. — 3. Borsten des Pappus von Crupina vulgaris. — 4. Kelchzahn von Trifolium stellatum. — Sämtliche Figuren vergrößert. Vgl. Text, S. 780.

scheinung bei Avena sterilis. Hier zeigt das abgefallene Fruchtährchen zwei mit starker, knieförmig gebogener Granne besetzte Spelzen. Bei der Änderung im Feuchtigkeitszustand drehen sich die beiden Grannen in entgegengesetzter Richtung, kreuzen sich, drücken aufeinander und gleiten schließlich mit einem heftigen Rucke voneinander ab, was ein Emporspringen der ganzen Frucht zur Folge hat. Diese Bewegung macht weit mehr den Eindruck des Hüpfens oder Springens als den des Kriechens.[1]

Der Weg, welchen die kriechenden, hüpfenden und springenden Früchte zurücklegen, erstreckt sich selten weiter als einige Dezimeter. Die Früchte gelangen nämlich infolge der von ihnen ausgeführten Bewegungen alsbald in irgend eine Sackgasse, wo sie festgehalten werden, oder ihre Grannen verschränken sich mit dem über das Erdreich aufragenden Stengeln und Blättern, und die Bewegungen haben dann zur Folge, daß die in den Fruchtschuppen geborgenen Samen in die Erde eingesenkt werden (s. Band I, S. 574). Gewiß ist auch bei den in Rede stehenden Pflanzen die Befestigung an das Keimbett das wichtigste durch die kriechenden und hüpfenden Bewegungen angestrebte Ziel, aber anderseits läßt sich nicht in Abrede stellen, daß auch eine in bescheidenen Grenzen sich haltende Verbreitung der betreffenden Gewächse durch diese Bewegungen erreicht werden kann und thatsächlich erreicht wird.

[1] Das Hüpfen und Springen, welches an den Früchten der mexikanischen Sebastiania Pavoniana und an jenen der dem mittelländischen Florengebiete angehörenden Tamarix Gallica beobachtet wird, ist nicht die Folge von Spannungsänderungen in einzelnen Teilen der Fruchthülle, sondern wird durch Insektenlarven veranlaßt, welche im Inneren dieser Früchte leben und zwar bei der „mexikanischen Springbohne" durch die Larve des Kleinschmetterlinges Carpocapsa saltitans und bei Tamarix Gallica durch die Larve des Käfers Nanodes Tamarisci.

Die Verbreitung der Früchte durch Vermittelung des Wassers findet bei allen jenen Pflanzen statt, welche sich unter Wasser befruchten, und deren Früchte sich zur Zeit der vollen Reife von der Mutterpflanze ablösen. Zu diesen gehören die Wasserschimmel (Saprolegniaceen) und die meisten unter dem Namen Algen zusammengefaßten Kryptogamen (Jochalgen, Gametophyceen, Siphonaceen, Tange und Armleuchtergewächse). Was über die Verbreitung der Früchte dieser Pflanzen im Wasser zur Kenntnis der Botaniker gelangte, wurde bereits bei früherer Gelegenheit mitgeteilt (s. S. 46—60). Von geringerer Bedeutung ist diese Verbreitungsweise für die an der Luft sich befruchtenden und an der Luft die Früchte ausreifenden Phanerogamen. Bei oberflächlicher Betrachtung könnte man zwar mutmaßen, daß das Regenwasser, welches von den Pflanzen abläuft und über den Boden dahinrieselt, ein sehr wirksames Verbreitungsmittel der Früchte, beziehentlich der



Früchte, welche sich nach Benetzung mit Wasser öffnen: 1. Anastatica Hierochuntica, trocken. — 2. Dieselbe befeuchtet. — 3. Frucht von Mesembrianthemum Candolleanum, trocken. — 4. Dieselbe Frucht befeuchtet. — 5. Frucht von Mesembrianthemum annuum, trocken. — 6. Dieselbe Frucht befeuchtet. Vgl. Text, S. 783.

Samen sei, aber bei näherem Eingehen überzeugt man sich, daß diese Verbreitung doch nur verhältnismäßig selten vorkommt, und daß in jenen Fällen, wo sie stattfindet, immer noch für eine zweite Art der Verbreitung Vorsorge getroffen ist. Als die bekanntesten hierher gehörigen Fälle seien zunächst zwei Pflanzen hervorgehoben, welche unter dem Namen „Rose von Jericho“ schon im Mittelalter von Kreuzfahrern und Pilgern ihres seltsamen Verhaltens wegen aus dem Orient nach Europa gebracht und mit den verschiedensten Fabeln ausgeschmückt wurden. Die eine ist Anastatica Hierochuntica, eine Crucifere, welche in den Steppen Ägyptens, Arabiens und Syriens verbreitet und dadurch ausgezeichnet ist, daß sich ihre Äste zur Zeit der Fruchtreife bogenförmig einwärts krümmen, wodurch die zahlreichen, an den Enden der Verästelungen sitzenden geschlossenen, birnförmigen Schotenfrüchte wie von einem festen Gitter umgeben und gegen alle möglichen Angriffe geschützt werden (s. obenstehende Abbildung, Fig. 1). Sie hat jetzt die Form eines Knäuels oder einer geschlossenen „Rose“ und verharrt in diesem Zustande so lange, wie sie trocken bleibt. Sobald sie befeuchtet wird, öffnet sich die Rose, d. h. die Äste gehen auseinander und strecken sich gerade (s. obenstehende Abbildung, Fig. 2). Auch die Früchtchen öffnen sich dann, und die Samen können durch auffallende Wassertropfen aus den Fruchtklappen fortgespült werden. In der freien Natur verharrt die Anastatica während der langen Dürre, welche der

Fruchtreife folgt, in geschlossenem Zustande, erst bei dem Eintritte der Winterregen öffnet sich der Knäuel ihrer Äste, und die Samen werden aus den geöffneten Früchten durch das abfließende Regenwasser fortgespült. Die zweite „Rose von Jericho“, Asteriscus pygmaeus, ist ein niederer Korbblütler, dessen Verbreitungsgebiet sich von der nördlichen Sahara bis Palästina erstreckt, und der insbesondere in der Umgebung von Jericho häufig angetroffen wird. Bei dieser Pflanze schließen sich nach der Fruchtreife nicht die Äste, sondern die rosettenförmig gruppierten Hüllblätter über die Fruchtköpfchen zusammen und bleiben so lange geschlossen, bis die Winterregen eintreten, welche die „Rose“ öffnen und die Früchtchen fortspülen.

Ähnliche Beziehungen zu dem Regen zeigen die Früchte und Samen der in der Kapflora in großer Mannigfaltigkeit entwickelten Kristallkräuter oder Mittagsblumen (Mesembrianthemum). Die Kapselfrüchte dieser Pflanzen bleiben bei trockenem Wetter geschlossen. Sobald sie aber befeuchtet werden, schlagen sich die über die Bauchnähte der Fruchtfächer gedeckten Klappen zurück, die Bauchnähte klaffen auseinander, und die durch doppelten Verschluß bisher zurückgehaltenen Samen werden durch den Regen aus den Fruchtfächern fortgespült (s. Abbildung, S. 782, Fig. 3, 4, 5 und 6). Unter den Pflanzen der europäischen Flora zeigt der Mauerpfeffer (Sedum acre) ein Verhalten gegen den Regen, welches lebhaft an jenes der Kristallkräuter erinnert. Die strahlenförmig geordneten Fruchtblätter sind am Grunde mit flügelförmigen Leisten versehen, und das Mittelfeld der Frucht hat die Gestalt eines seichten Beckens. Bei trockenem Wetter sind die Fruchtfächer geschlossen, sobald aber Regentropfen auf dem erwähnten beckenförmigen Mittelfelde haften bleiben, öffnen und weiten sich sofort die fünf Fruchtfächer, die folgenden Regentropfen spülen die kleinen Samen aus den geöffneten Fächern heraus und übertragen sie auf das umgebende Erdreich. Da das herabrieselnde Regenwasser in die feinsten Ritzen und Klüfte des Gesteins und der Mauern eindringt, so werden die Samen auch in die Spalten senkrechter, ja selbst überhängender Wände eingeführt, in welche durch ein anderes Verbreitungsmittel kaum jemals ein Same gelangen könnte. Bei der im südlichen Europa auf Mauern wachsenden Veronica Cymbalaria, deren Früchte gleichfalls bei trockenem Wetter geschlossen bleiben und nur in durchnäßtem Zustande sich öffnen, werden die Samen ähnlich wie jene des Mauerpfeffers in die Ritzen und Spalten der senkrechten Wände durch das einsickernde Regenwasser geführt. Ebenso werden bei den auf bebautem Lande häufig vorkommenden Ehrenpreisarten Veronica agrestis und Veronica serpyllifolia die Samen aus den bei Regenwetter weit aufklaffenden Kapseln fortgespült und an Stellen geführt, wo sie die günstigen Bedingungen zum Keimen finden. Merkwürdig ist, daß auch die Kapseln der an den Ufern stehender und fließender Gewässer heimischen Veronica Anagallis, Beccabunga und scutellata sich nur dann öffnen, wenn sie vom Regen ganz durchnäßt sind. Es dürfte diese auffallende Erscheinung am richtigsten in folgender Weise erklärt werden: Würde der Wind als Verbreitungsmittel zur Geltung kommen, so laufen die Samen Gefahr, daß sie an trocknen Orten abgesetzt werden, wo sie zu Grunde gehen müßten. Das Regenwasser dagegen führt die ausgespülten Samen auf das feuchte Erdreich des Sumpfes oder in das seichte Gewässer des Baches oder Tümpels, welches den günstigsten Standort dieser Pflanzen bildet.

Ich wiederhole nochmals, daß Einrichtungen zum Fortspülen der Samen aus den geöffneten Früchten vermittelst des Regenwassers verhältnismäßig selten sind. Das schließt freilich nicht aus, daß Früchte und Samen, welchen die geschilderten Einrichtungen abgehen, dennoch durch Vermittelung des Regenwassers und der aus dem Regenwasser sich entwickelnden Zuflüsse der Bäche verbreitet werden können, wenn sie auf irgend eine Weise in das Rinnsal solcher Gewässer gelangen. Wenn sich z. B. aus einem heftigen Gußregen Wasseradern entwickeln, welche mit raschem Gefälle über den Boden ablaufen, so werden diese nicht nur den Sand und die Erde, sondern auch die auf der Erde liegenden und schon früher

durch den Wind dort abgesetzten Samen mit fortspülen und nachträglich mit dem Schlamme am Rande des Gewässers wieder absetzen. Auch die Früchte und Samen, welche, von Luftströmungen entführt, gelegentlich in das fließende Wasser der Bäche, Flüsse und Ströme fallen, können fortgeschwemmt und im Unterlaufe des Gewässers abgesetzt werden. Auf den Sandbänken der Gebirgsbäche, am Strande der Flüsse und Ströme findet man, nachdem das Hochwasser abgelaufen ist, regelmäßig zahlreiche Früchte und Samen der verschiedensten Pflanzen abgelagert. Viele derselben haben dort allerdings keine Zukunft und gehen zu Grunde, weil die Bedingungen für ihre weitere Entwickelung fehlen, oder weil sie während des Transportes ihre Keimfähigkeit eingebüßt haben; manche aber keimen, und einige gedeihen sogar in üppiger Weise. Von dergleichen Früchten und Samen darf man aber nur sagen, daß sie gelegentlich durch strömendes Wasser verbreitet werden können, nicht aber, daß sie der Verbreitung durch strömendes Wasser eigens angepaßt sind.

Dasselbe gilt von den meisten Früchten und Samen der Landpflanzen, welche gelegentlich in das Meer gelangen. Sie können durch die Meeresströmungen weit fortgeführt werden, monatelang herumschwimmen, um endlich bei hochgehender See an einer fernen Küste zu stranden. Wiederholt wurden Untersuchungen ausgeführt, um zu ermitteln, welche Früchte und Samen trotz des längeren Verweilens im salzigen Wasser ihre Keimfähigkeit bewahren. Als Ergebnis dieser Untersuchungen hat sich herausgestellt, daß die Samen des Asparagus officinalis, Hibiscus speciosus und noch mehrerer anderer Pflanzen, welche länger als ein Jahr im Meerwasser lagen, ihre Keimfähigkeit nicht eingebüßt hatten, was an und für sich gewiß von hohem Interesse ist. Aber für die Verbreitung der Früchte und Samen durch Meeresströmungen sind solche Ergebnisse ohne Belang, wenn nicht auch nachgewiesen wird, daß diese Früchte und Samen sich schwimmend an der Oberfläche des Wassers erhalten. Denn die meisten Früchte und Samen sinken sofort unter, wenn sie auf die Oberfläche des Wassers gelegt werden, und gehen auf dem Meeresgrunde früher oder später in Verwesung über. Die Zahl der Früchte und Samen, welche befähigt sind, sich lange Zeit auf der Wasseroberfläche schwimmend zu erhalten, ist eine äußerst beschränkte. Von solchen, welche auf dem Meere schwimmend angetroffen werden, sind zunächst die gepanzerten Früchte der unter dem Namen Lepidocarynae zusammengefaßten Palmen hervorzuheben. Sie zeigen eine glatte, schuppige, rings geschlossene, für Wasser undurchdringliche Hülle, welche lebhaft an ein Panzerhemd erinnert, und da diese Hülle nicht dicht der Frucht anliegt, sondern ein luftgefüllter Zwischenraum übrigbleibt, so erhalten sich die gepanzerten Palmenfrüchte als treffliche Schwimmer auf der Wasseroberfläche. Auch die großen Früchte der Kokospalmen sind durch eine mächtige, luftführende Faserschicht und eine über diese gelagerte, wegen ihres Fettgehaltes für Wasser undurchdringliche Hautschicht schwimmfähig gemacht. Wenn nun solche Früchte in das Meer gelangen und bei hochgehender Brandung an das Ufer geworfen werden, so können die in denselben eingeschlossenen Keimlinge, vorausgesetzt, daß es die klimatischen und die Bodenverhältnisse der Ablagerungsstätte zulassen, sich entwickeln und zu Ansiedlern an der Küste werden. In der That wurde beobachtet, daß sich in den Tropen aus solchen gestrandeten Früchten auf einsamen Eilanden ohne Zuthun des Menschen Pflanzenstöcke entwickelten.

Mit der Verbreitung der Früchte und Samen in stehenden Gewässern verhält es sich ganz eigentümlich. Strömungen, welche durch die Neigung des Bodens veranlaßt werden, kommen in solchen Gewässern nicht vor. Die Strömungen, welche mit der Ausgleichung ungleich erwärmter Wasserschichten zusammenhängen, bewegen sich vorwaltend in auf- und absteigender Richtung, und durch sie können die Früchte und Samen in horizontaler Richtung nur wenig fortgetrieben werden. Nur der Wind vermag hier als treibende Kraft mit Erfolg in Wirksamkeit zu treten und die Früchte und

Samen, welche zum Schwimmen eingerichtet sind, von einem zum anderen Ufer treiben. Von solchen Früchten und Samen sind aber drei Gruppen besonders hervorzuheben. Erstens Trockenfrüchte, welche durch luftführende Hüllen schwimmfähig gemacht werden, wie beispielsweise die mit einem aufgeblasenen Schlauche umgebenen Früchte der sumpfbewohnenden Riedgräser (Carex ampullacea, vesicaria 2c.), zweitens die mit einem luftgefüllten mächtigen Rindenparenchym versehenen Früchte der Wasserliesche und Schilfe (Alisma, Butomus, Sagittaria, Sparganium 2c.), und drittens die Samen einiger Seerosen. Die Samen der mit vier Kelchblättern ausgestatteten Seerosen sind von einem Samenmantel umgeben, welcher der äußeren Samenhaut nur locker anliegt, so daß zwischen beiden eine Luftschicht eingeschaltet ist. Bei den Arten der Gattung Nuphar wird zwar kein Samenmantel ausgebildet, aber es trennen sich bei ihnen die Fruchtblätter zur Zeit der Fruchtreife in zwei Schichten, in eine äußere, grüne, saftreiche und eine innere weiße, luftreiche, welch letztere zahlreiche Samen umschließt. In allen diesen Fällen werden die Samen durch Vermittelung ihrer Umhüllungen schwimmfähig gemacht und durch die auf den Wasserspiegel einfallenden Winde fortgetrieben.

In ähnlicher Weise veranlaßt der Wind das Fortrollen loser, auf dem ebenen Boden liegender Früchte und Fruchtstände. Dieser Vorgang wird insbesondere in Gegenden beobachtet, wo auf die kurze Entwickelungsperiode des Sommers eine längere Periode der Dürre folgt, und auffallend reich an hierher gehörigen Pflanzen sind daher die Länder in der Umgebung des Mittelländischen Meeres und die Steppengebiete. Mehrere in den Hochsteppen des Orients heimische Doldenpflanzen entwickeln ellipsoidische glatte Früchte von dem Umfange einer Haselnuß. Wenn man jemand, der die Augen geschlossen hat, mehrere dieser Früchte auf die flache Hand legt, so hat derselbe nicht im entferntesten das Gefühl der Belastung und wird das Vorhandensein der Früchte erst gewahr, wenn er die Augen öffnet. Diese Früchte haben eben ein überraschend kleines Gewicht, was davon herrührt, daß sich in ihnen eine an Holundermark erinnernde Schicht ausgebildet hat. Ein Diachenium der Cachrys alpina ist 13 mm lang, 10 mm dick und wiegt 0,07 g, eine andere Cachrys aus Schiras ist 15 mm lang, 10 mm dick und wiegt doch nur 0,06 g! Begreiflicherweise werden dergleichen Früchte, wenn sie abgefallen sind, durch den Wind über die Steppe fortgerollt und kommen erst dann zur Ruhe, wenn sie irgendwo in eine Spalte des ausgetrockneten Lehmbodens oder in eine Felsritze gelangt sind. Auch einige Schmetterlingsblütler entwickeln solche Rollfrüchte. Eine Gruppe von Arten der Gattung Schneckenklee, für welche Medicago scutellata (s. Abbildung, S. 786, Fig. 5) als Vorbild dienen mag, besitzt schraubig gewundene kugelige Hülsen, welche sich zur Zeit der Samenreife von ihren Stielen trennen und bei jedem kräftigen Windstoße eine kleine Strecke über den Boden fortgerollt werden. Dasselbe gilt von der zu den Loasaceen gehörigen, in Südamerika heimischen Blumenbachia Hieronymi, deren kugelige Früchte trotz des nicht unbedeutenden Durchmessers von 2,5 cm in ausgetrocknetem Zustande nur 0,34 g wiegen. Wenn die Samen ausgereift sind, verwelkt der Fruchtstiel, und die dann lose auf der Erde liegenden Kugeln werden durch den leisesten Luftstrom fortgerollt. Werden sie irgendwo in ihrem Laufe aufgehalten und vom Regen genetzt, so erweitern sich die an ihnen schon vorhandenen Spalten, und eine Fülle von runzeligen Samen fällt heraus. Die auf dürrem, felsigem Boden im pontischen Florengebiete weitverbreitete Paronychia Kapella (s. Abbildung, S. 791, Fig. 6) reift im Hochsommer kleine Früchte aus, deren jede von trockenhäutigen silberweißen Deckblättern umwallt ist. Wenn für diese Früchte die Zeit der Verbreitung gekommen ist, löst sich der Fruchtstand, welcher die Gestalt eines kugeligen Knäuels hat, als Ganzes vom Zweige ab; die leichten Knäuel liegen dann lose auf dem Boden und rollen beim leisesten Anstoße des Windes mit großer Schnelligkeit dahin. Bisweilen

geht dieses Rollen auf unebenem Boden in ein Hüpfen und Springen über, und ab und zu werden dergleichen Fruchtstände auch von einem sehr kräftigen Windstoße erfaßt und auf ziemlich weite Entfernungen durch die Lüfte getragen. Bei mehreren Arten des Klees, namentlich bei Trifolium globosum, subterraneum und nidificum (s. Abbildung, S. 791, Fig. 10), sind an den Enden der Stiele nur wenige wirtelig gestellte, vollkommen entwickelte Blüten zu sehen; desto größer ist die Zahl verkümmerter Blüten, welche sich in der Mitte des ganzen Blütenstandes dicht zusammengedrängt als ein Schopf erheben. Wenn aus den vollkommen entwickelten Blüten Hülsenfrüchte entstehen, vergrößern sich die Kelchzähne der verkümmerten Blüten, nehmen die Gestalt langer behaarter Borsten an, krümmen sich nach außen und bilden einen lockeren, kugeligen Ballen, in welchem die kleinen Hülsenfrüchte

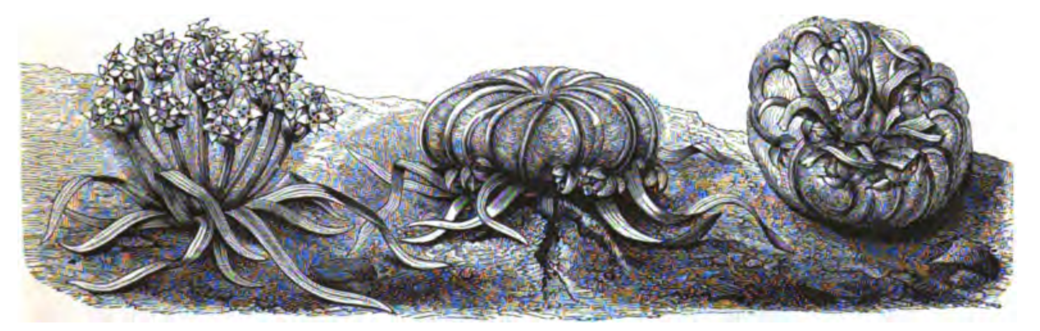


Verbreitung der Früchte und Samen durch den Wind: 1. Anthyllis Vulneraria, von welchem zwei Fruchtkelche abgefallen sind. — 2 Längsschnitt durch einen Fruchtkelch dieser Pflanze; im Inneren des Fruchtkelches die Hülse sichtbar. — 3. Trifolium tomentosum; ein abgelöster und ein noch mit dem Stiele verbundener Knäuel aus aufgeblasenen Fruchtkelchen. — 4. Längsschnitt durch einen Fruchtkelch dieser Pflanze. — 5. Medicago scutellata. — 6. Ostrya carpinifolia; Zweig mit zwei Fruchtständen. — 7. Längsschnitt durch eine sackartige, das Nüßchen einhüllende Cupula dieser Pflanze. Vgl. Text, S. 785, 791 und 792.

ganz versteckt sind. Diese Ballen lösen sich dann vom Stiele ab und werden durch den Wind fortgerollt.

Es kommt übrigens auch vor, daß ganze fruchttragende Pflanzenstöcke entwurzelt oder am untersten Teile ihrer Stengel von der im Boden zurückbleibenden Wurzel abgelöst und dann vom Winde als lose Kugeln und Ballen fortgerollt werden. Die merkwürdigste Pflanze in dieser Beziehung ist die auf S. 787 abgebildete Plantago Cretica. Dieselbe ist einjährig und zeigt einen Büschel steif aufrechter, aus dem sehr kurzen Hauptstamme entspringender, blütentragender Stengel. Wenn die Früchte zu reifen beginnen, krümmen sich diese Stengel nach allen Seiten wie Uhrfedern abwärts und üben dadurch einen kräftigen Zug auf den kurzen Hauptstamm und die senkrecht in der Erde steckende einfache Pfahlwurzel aus. Da der Boden, auf welchem Plantago Cretica wächst, im Hochsommer ausgetrocknet und rissig ist, so genügt der erwähnte Zug, um die Verbindung des Pflanzenstockes mit der Erde zu trennen. Die fruchttragenden Pflanzenstöcke haben aber die Form eines von zwei Seiten her zusammengedrückten Balles, sind sehr leicht und werden durch die Windstöße über den Boden

fortgerollt. Plantago Cretica ist auch ein Vorbild der sogenannten Steppenhexen und Windhexen, durch welche die Reisenden in den Steppengebieten in gerechtes Erstaunen versetzt werden. Auf den persischen Hochsteppen wächst ein Korbblütler, Namens Gundelia Tournefortii. Derselbe bildet kugelige, stachlige, lockere Rasen und besitzt eine tief in die Erde dringende Pfahlwurzel. Zur Zeit der Fruchtreife fault der Wurzelhals ab, und die kugeligen Rasen ruhen dann nur vermittelst der unteren starren Äste auf dem Boden. Erhebt sich ein Wind, so beginnen diese unzähligen fruchttragenden Rasen zu schwanken und zu rollen und werden so über die Hochsteppe verbreitet. Die Staudenpflanzen, in den Steppengebieten des südlichen Rußland, an welchen das Abfaulen des Stengelgrundes und das Fortrollen des abgelösten, ausgetrockneten und fruchttragenden Stockes beobachtet wird, gehören den verschiedensten Familien an. Die gewöhnlichsten sind Alhagi camelorum, Centaurea diffusa, Phlomis herba venti, Rapistrum perenne und Salsola Kali. Es kommt häufig vor, daß sich bei dem Fortrollen mehrere der dürren, vieläſtigen Stauden verschränken und verhäkeln und daß dadurch Ballen von der Größe eines Heuwagens ent-



Verbreitung der Früchte und Samen durch den Wind: Plantago Cretica. Vgl. Text, S. 786.

stehen. Auch wurde beobachtet, daß bei Wirbelwinden solche Ballen von dem Boden emporgehoben werden und in weiten Sprüngen über die Steppe dahinjagen. Es darf nicht wundernehmen, wenn diese überraschende Erscheinung die Einbildungskraft der Steppenbewohner lebhaft in Anspruch nahm, wenn sich auch der Hexenglaube der Sache bemächtigte und auf diese Weise der Name Windhexe und Steppenhexe entstand.

Von einem kleinen Teile der rollenden Früchte, Fruchtstände und Windhexen werden die Samen während des Laufes über den Boden ausgesäet und zwar vorzüglich an jenen Stellen, wo durch Unebenheiten des eingehaltenen Weges die rollenden Kugeln und Ballen einen kräftigen Stoß erleiden. Bei der Mehrzahl ist aber die Einrichtung getroffen, daß die Samen erst dort aus ihren Gehäusen entlassen werden, wo die rollenden Körper infolge des Anlangens an unüberwindlichen Hindernissen zur Ruhe kommen. Diese Einrichtung besteht darin, daß die Gehäuse, in welchen die Samen geborgen sind, sich nur öffnen, wenn sie benetzt werden. Damit komme ich aber nochmals zu den schon auf S. 782 und 783 besprochenen Früchten und Fruchtständen von Mesembrianthemum und Anastatica zurück. Auch diese werden bisweilen zu rollenden Früchten. Die Kapseln der Mesembrianthemum trennen sich von ihren Stielen, die Stöcke der Anastatica werden teilweise entwurzelt und liegen in der trockenen Jahreszeit lose auf der Erde. Ein Spiel des Windes, gelangen sie in die Vertiefungen des Bodens oder in Klüfte und Spalten des Gesteines und werden dort festgehalten. Noch immer sind aber die Gehäuse, in welchen die Samen liegen, geschlossen. Endlich kommen die Winterregen, die Kapseln öffnen sich, die Samen werden herausgespült und keimen nach kurzer Zeit auf dem durchfeuchteten Erdreiche, dem sie der Regen zugeführt hat.

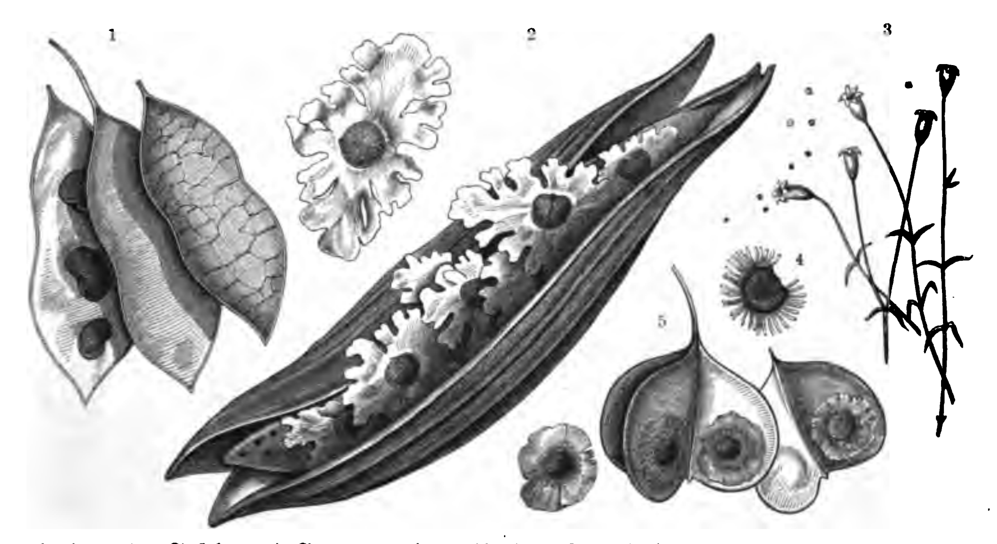
Unzählbar sind die Fälle, wo durch den Wind Früchte und Samen verbreitet werden, die sich nach Ablösung von der Mutterpflanze längere oder kürzere Zeit schwebend in der Luft erhalten, und deren freier Fall durch eigentümliche Einrichtungen sehr verlangsamt wird. Dergleichen Früchte und Samen müssen so gestaltet sein, daß die Luft ihrem Falle einen großen Widerstand entgegensetzt, und es ist von Wichtigkeit, daß sie ein im Verhältnisse zum Umfange möglichst geringes Gewicht besitzen. Bekanntlich erhalten sich die Sporen von Pilzen als Bestandteile des Staubes oft lange Zeit schwebend in der Luft. Auch einige Samen sind so außerordentlich leicht, daß sie wie die Pilzsporen den Eindruck von Staub machen und sich verhältnismäßig ziemlich lange schwebend in der Luft erhalten können. Als solche staubförmige Samen sind vor allem jene der Orchideen anzuführen. So wiegt z. B. ein einzelner Same von Goodyera repens nur 0,000,002 g! Auch mehrere andere Gewächse, namentlich Schmarotzer und solche, welche auf tiefem Humus als Verwesungspflanzen leben, besitzen ungemein leichte Samen, wie aus der nachfolgenden Tabelle hervorgeht.

Name der Pflanze	Gewicht des Samens	Name der Pflanze	Gewicht des Samens
Stanhopea oculata	0,000003 g	Sempervivum acuminatum . .	0,00002 g
Monotropa glabra	0,000003 -	Parnassia palustris	0,00003 -
Pirola uniflora	0,000004 -	Sedum maximum	0,00004 -
Umbilicus erectus	0,000006 -	Lepigonum marginatum . . .	0,00007 -
Gymnadenia conopea	0,000008 -	Spiraea Aruncus	0,00008 -
Orobanche ionantha	0,00001 -	Veronica aphylla	0,0001 -

Damit sich diese winzigen Samen möglichst lange schwebend in der Luft erhalten, sind sie mehr oder weniger abgeplattet, und ihr Schwerpunkt ist so gelagert, daß sie sich im Luftraume mit der Breitseite gegen die Falllinie einstellen müssen. Dieselbe Einrichtung ist auch bei jenen Früchten und Samen getroffen, welche die Gestalt von Blättchen, Schuppen und dünnen Scheiben haben. Gewöhnlich ist der plattgedrückte Same mit einem verdünnten Rande, einem häutigen Saume oder einem Strahlenkranze aus unendlich zarten Fortsätzen eingefaßt, wie bei Funkia, Lilium, Tulipa, Fritillaria, Rhinanthus, Veronica, Lepigonum, Cinchona, Bignonia, Dioscorea und Heliosperma (s. Abbildungen, S. 457, Fig. 5, 7 und 8, und S. 789, Fig. 2, 4 und 5). Mitunter hat das ganze Fruchtgehäuse dergleichen Formen angenommen, wie bei Hymenocarpus, Mattia, Peltaria, Ptelea und Ulmus (s. Abbildungen, S. 790, Fig. 4, und S. 141, Fig. 2). Bei einigen Umbellaceen, Mimosaceen, Papilionaceen und Kreuzblütlern kommt es auch vor, daß die Diachenien, die Stücke zerfallender Schötchen und Gliederhülsen und die sich ablösenden, mit Samen beklebten Klappen gewöhnlicher Hülsen und Schoten die Form von Schuppen und Blättchen zeigen, wofür Artedia squamata, Megacarpaea laciniata, Mimosa hispidula, Aeschinomene glabrata und Lunaria rediviva (s. Abbildungen, S. 790, Fig. 1, 5 und 11, S. 439, Fig. 1, und S. 789, Fig. 1) als Beispiele gewählt sein mögen.

An diese Formen reihen sich jene Früchte und Samen an, welche mit flügelförmigen Fortsätzen ausgerüstet sind. Die Flügel gehen entweder aus der Samenhaut hervor, wie bei den Kiefern, Fichten und Tannen (s. Abbildung, S. 435, Fig. 5), oder sie entspringen von den Fruchtblättern. An den Hülsen einiger tropischer Leguminosen (z. B. Securidaca virgata und Centrolobium robustum; s. Abbildung, S. 439, Fig. 5) sowie an den Teilfrüchten der Ahorne und der zu den Malpighiaceen gehörenden Banisterien (z. B. Acer Monspessulanum und Banisteria Sinemariensis; s. Abbildung, S. 790, Fig. 7 und 10) entwickelt sich nur ein einziger, seitlich abstehender Flügel, die Schließfrüchte der Birken

und Götterbäume (z. B. Betula verrucosa und Ailanthus glandulosa; s. Abbildung, S. 790, Fig. 2 und 12) sind von zwei seitlichen Flügeln eingefaßt. Die Diachenien vieler Doldenpflanzen (z. B. Opoponax Cretica und Laserpitium latifolium; s. Abbildung, S. 790, Fig. 6 und 13) sind am Rücken mit leistenförmig vorspringenden Flügeln besetzt; die Früchte einiger Knöteriche (z. B. Polygonum dumetorum und Sieboldi; s. Abbildung, S. 790, Fig. 3) weisen drei Flügel auf, und jene der zu den Malpighiaceen gehörigen Triopteris bifurca sind mit zwei größeren und zwei kleineren Flügeln (s. Abbildung, S. 790, Fig. 9) ausgestattet. Wieder in anderen Fällen haben sich die Blumenblätter teilweise in Fruchtflügel umgestaltet, wie z. B. bei Dryobalanops aus der Familie der Dipterocarpeen, wo sich fünf Kelchblätter, und bei Gyrocarpus aus der Familie der Kombre-

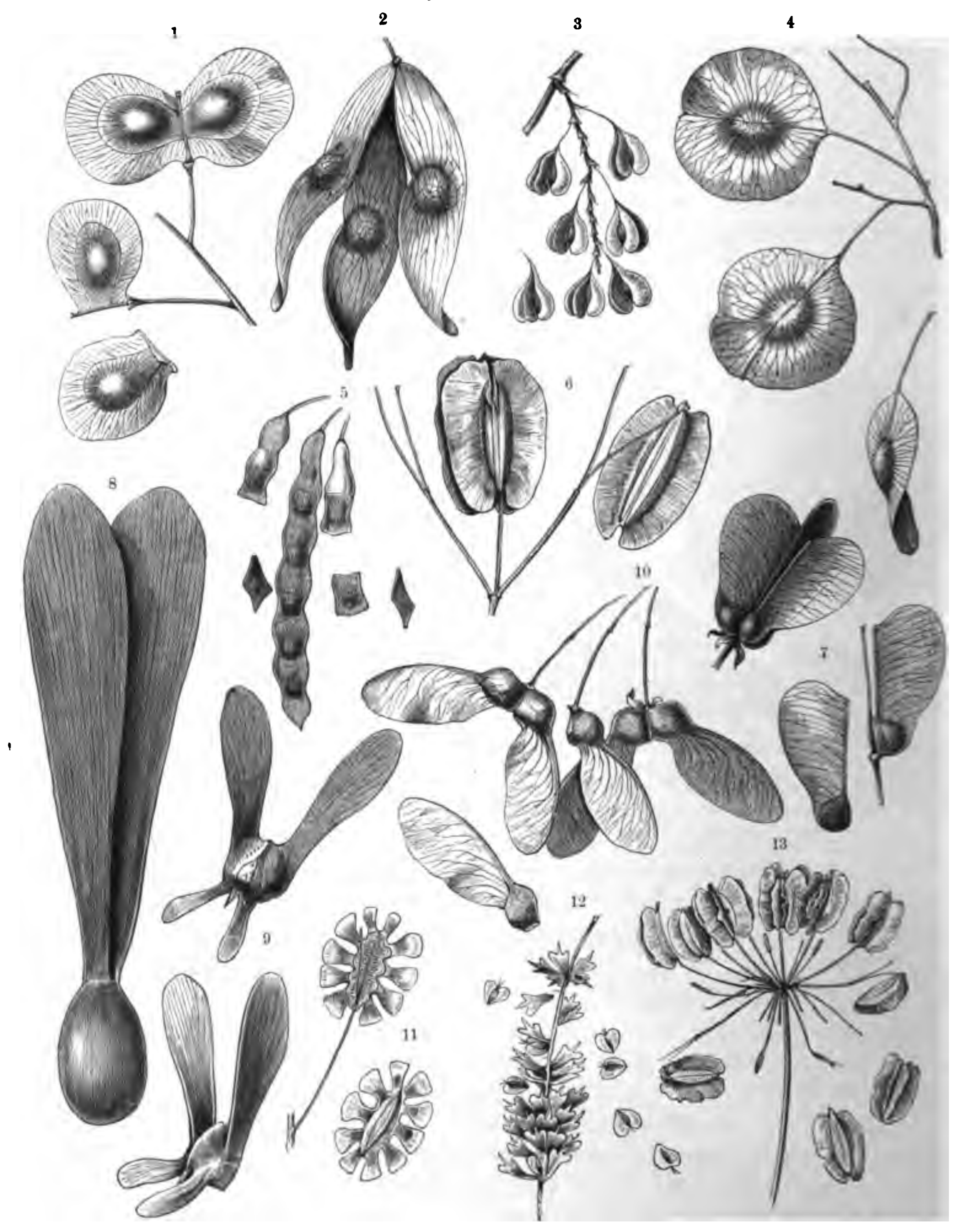


Verbreitung der Früchte und Samen durch den Wind: 1. Schotenfrucht der Lunaria rediviva; die beiden Klappen der Frucht haben sich abgelöst; an der Innenseite der beiden Klappen haften die Samen. — 2. Aufgesprungene Kapsel einer Bignonia, aus welcher die geflügelten Samen durch den Wind entführt werden. — 3. Aufgesprungene Kapseln von Heliosperma quadrifidum, aus welchen die Samen durch den Wind ausgeschüttelt werden. — 4. Ein Same dieses Heliosperma, vergrößert. — 5. Aufgesprungene Kapsel einer Dioscorea, aus welcher die geflügelten Samen durch den Wind fortgeblasen werden. Vgl. Text, S. 788.

taceen, wo sich von 4—7 ungleichen Zipfeln des Kelches zwei als lange Flügel ausgebildet haben (s. Abbildungen, S. 791, Fig. 5, und S. 790, Fig. 8). Häufig kommt es auch vor, daß die Früchte durch stehenbleibende, nach dem Abblühen fortwachsende und schließlich austrocknende Deckblätter geflügelt werden, wofür der Hopfen (Humulus Lupulus), die orientalische Hainbuche (Carpinus Orientalis) und die Linde (Tilia intermedia) (s. Abbildung, S. 791, Fig. 9, 1 und 2) als Beispiele dienen können. Bei manchen Arten, so namentlich bei dem Götterbaum (Ailanthus), zeigen die beiden Flügel eine leichte, schraubenförmige Krümmung, wodurch eine eigentümliche, drehende Bewegung der vom Winde erfaßten, schwebenden Frucht veranlaßt wird. Wo nur ein einseitig vorgestreckter Flügel ausgebildet ist, hat der Schwerpunkt eine exzentrische Lage, und solche Früchte und Samen drehen sich bei dem freien Falle in der Luft wirbelnd herum, was man besonders schön an den Ahornfrüchten und Kiefernsamen sehen kann.

Was in den soeben geschilderten Fällen durch Ausbildung flügelförmiger Fortsätze erreicht wird, kommt bei anderen Pflanzen dadurch zu stande, daß von trockenen Deckblättern und Blumenblättern leichte, lockere, sackartige oder blasenförmige Hüllen um die Früchte und Samen gebildet werden. Diese Hüllen sind im ausgetrockneten Zustande

ungemein dünn und zart, und bisweilen wird ihr Gewicht noch dadurch verringert, daß ein Teil des Gewebes bei dem Austrocknen zerrissen wird, in welchem Falle sie ein siebartiges



Verbreitung der Früchte und Samen durch den Wind: 1. Megacarpaea laciniata. — 2. Ailanthus glandulosa. — 3. Polygonum Sieboldi. — 4. Ptelea trifoliata. — 5. Aeschinomene glabrata. — 6. Opoponax Cretica. — 7. Banisteria Sinemariensis. — 8. Gyrocarpus Asiaticus. — 9. Triopteris bifurca. — 10. Acer Monspessulanum. — 11. Artedia squamata. — 12. Betula verrucosa. — 13. Laserpitium latifolium. Vgl. Text, S. 788 und 789.

oder gitterförmiges Ansehen erhalten. Die kleine, von der Hülle umgebene Frucht bildet den Schwerpunkt und bestimmt dadurch die für die Verbreitung durch den Wind geeignetste

Lage des ganzen Gebildes. Bei mehreren Papilionaceen, namentlich bei Callipeltis cucullata und den gelbblühenden Arten des Klees (z. B. Trifolium agrarium und badium; s. Abbildung, S. 792, Fig. 1—5), gestalten sich die ausgetrockneten Blätter der schmetterlingsartigen Blumenkrone und bei mehreren Arten des Wundklees (z. B. Anthyllis tetra-



Verbreitung der Früchte und Samen durch den Wind: 1. Carpinus Orientalis. — 2 Tilia intermedia. — 3. Armeria alpina. — 4. Melica altissima. — 5. Dryobalanops. — 6. Paronychia Kapella. — 7. Briza maxima. — 8. Scabiosa graminifolia. — 9. Humulus Lupulus. — 10. Trifolium nidificum. Vgl. Text, S. 785, 786, 789 und 792.

phylla und Vulneraria; s. Abbildung, S. 786, Fig. 1 und 2) sowie bei einigen Kleearten aus der Rotte Vesicastrum (z. B. Trifolium fragiferum und tomentosum; s. Abbildung, S. 786, Fig. 3 und 4) der blasig aufgetriebene Kelch zu einer Hülle der kleinen, einsamigen Hülsenfrucht. Auch bei vielen Lippenblütlern (z. B. Calaminta, Salvia, Thymus) wird der Kelch zu einer sackartigen, trockenen Hülle, trennt sich infolge irgend eines äußeren Anstoßes von seinem Stiele und dient dann als Verbreitungsmittel der in seinem Grunde

ausgereiften Nüßchen. Bei der Hopfenbuche (Ostrya; s. Abbildung, S. 786, Fig. 6 und 7) wird die kleine Nuß von dem Deckblatte wie von einem Sacke eingehüllt und bei zahlreichen Gräsern, so namentlich bei Briza maxima und Melica altissima (s. Abbildung, S. 791, Fig. 4 und 7), bilden die trockenen Spelzen eine der Verbreitung durch den Wind angepaßte Umhüllung der kleinen Kornfrucht.

Zu den verbreitetsten Einrichtungen, durch welche Früchte und Samen schwebend erhalten werden, gehören die **Fallschirme**. Sie sind entweder als **Haarbüschel** oder als **häutige Säume** ausgebildet. Bei den Weidenröschen (Epilobium; s. Abbildung, S. 795, Fig. 6), den Asklepiadaceen (z. B. Cynanchum; s. S. 794, Fig. 6) und mehreren Bromeliaceen (z. B. Tillandsia; s. S. 798, Fig. 2) ist nur ein Pol der Samen, bei dem in die Familie der Apocynaceen gehörigen Adenium (s. Abbildung S. 794, Fig. 2) sind beide Pole



Verbreitung der Früchte und Samen durch den Wind: 1. Blütenstand, — 2. Fruchtstand, — 3. Blüte, — 4. Frucht, von den vertrockneten Blumenblättern umhüllt, — 5. Längsschnitt durch die von den vertrockneten Blumenblättern umhüllte Frucht von Trifolium badium. — 6. Frucht, — 7. Längsschnitt durch die Frucht, — 8. fünf Federchen der Frucht von Verticordia oculata. Die Figuren 3, 4, 5 und 8 vergrößert. Vgl. Text, S 791.

mit einem Haarbüschel besetzt. Bei den Valerianaceen (z. B. Valeriana; s. S. 794, Fig. 3) und den Synantheraceen (z. B. Senecio und Taraxacum; s. S 794, Fig. 1, 8 und 9) nimmt das als Fallschirm wirksame Haarbüschel an der oberen Seite der Schließfrucht (Achenium) seinen Ursprung. Bisweilen ist der Fallschirm und der in Schwebe zu erhaltende Körper mittels eines dünnen Stieles verbunden (z. B. bei Tillandsia und Taraxacum); gewöhnlich aber sitzt er dem einen Pole des Samens oder der Frucht unmittelbar auf. Bei der zu den Myrtaceen gehörigen Verticordia (s. obenstehende Abbildung, Fig. 6, 7 und 8) wird von fünf Blumenblättern, welche die Gestalt kleiner, aus je zehn Federn zusammengesetzter Fächer angenommen haben, ein ebenso zierlicher wie seltsamer Fallschirm hergestellt, und bei einigen Lippenblütlern, so namentlich bei Micromeria nervosa (s. Abbildung, S. 794, Fig. 7) sind die spreizenden und strahlenförmig abstehenden, mit Haaren besetzten Zipfel des Fruchtkelches als Fallschirm ausgebildet. Bei mehreren anderen Lippenblütlern (z. B. Ballota acetabulosa), dann bei vielen Plumbaginaceen (z. B. Armeria; s. Abbildung, S. 791, Fig. 3) und mehreren Dipsaceen (z. B. Scabiosa; s. Abbildung, S. 791, Fig. 8) ist dagegen der Fallschirm aus dem zarten, trockenhäutigen Kelche oder Außenkelche hervorgegangen.

Den mit haarigen Fallschirmen ausgerüsteten Früchten und Samen schließen sich jene an, welche, in eine wollige Flocke oder in eine Hülle aus seidigen Haaren eingebettet, sich schwebend in der Luft erhalten. Die Haare gehen entweder von der äußeren Samenhaut aus, wie bei dem Wollbaume und der Baumwollstaude (Bombax und Gossypium; s. untenstehende Abbildung, Fig. 1 und 3), oder sie entspringen an der Basis des Samens, wie bei den Pappeln und Weiden (Populus und Salix; s. Abbildungen, S. 417, Fig. 3 u. 4, S. 418 und S. 794, Fig. 10). Bei den Rohrkolben (Typha; s. Abbildung, S. 794, Fig. 4) nehmen sie von dem Stielchen der Frucht, und bei mehreren Ranunkulaceen (z. B. Anemone silvestris; s. untenstehende Abbildung, Fig. 2) von der Oberhaut der Schließfrüchte ihren Ursprung. Wieder in anderen Fällen gehen sie aus Blumenblättern hervor, so z. B. sind bei Eriophorum (s. Abbildung, S. 704, Fig. 5) die Perigonblätter in zarte



Verbreitung der Früchte und Samen durch den Wind: 1. Bombax. — 2. Anemone silvestris. — 3. Gossypium Barbadense.

Haare umgewandelt, und bei Trifolium plumosum sieht man die Fruchtkelche wie in eine Wollflocke eingehüllt. Bei vielen Gräsern sind die Spelzen mit ungemein zarten Haaren besetzt (z. B. Melica und Calamagrostis; s. Abbildung, S. 795, Fig. 1, 2 und 3), bei dem Korbblütler Micropus erheben sich von den Schuppen des Hüllkelches lange Haare, welche das ganze Fruchtköpfchen in eine Flocke einhüllen, und bei dem Perückenstrauche (Rhus Cotinus) gehen von dem Trägern der Früchte haarige Zweiglein aus, welche als metamorphosierte Blütenstiele angesehen werden. Schließlich ist noch jener Fälle zu gedenken, wo die Früchte und Samen mittels eigentümlicher Haarschwänze kürzere oder längere Zeit schwebend in der Luft erhalten werden. Entweder sind die Samen doppelt geschwänzt, wie bei dem zu den Cyrtandraceen gehörigen Aeschinanthus (s. Abbildung, S. 795, Fig. 5), wo von jedem der winzigen Samen zwei gegenüberstehende einfache Haare ausgehen, oder es hat sich der nach dem Abblühen verlängerte Griffel in einen schraubig gekrümmten haarigen Schwanz umgewandelt, welcher der Schließfrucht ähnlich einem Fallschirm einseitig aufsitzt, wie bei Siversia, Atragene, Pulsatilla und Clematis (s. Abbildung, S. 795, Fig. 4 und 7). Bei einigen Gräsern, namentlich bei Stipa (s. Abbildung, Band I, S. 577, Fig. 1), kommt es

auch vor, daß eine Granne als lange, über die fest zusammenschließenden, die Frucht umhüllenden Spelzen sich erhebende Feder ausgebildet wird.

Mehrere im Vorhergehenden geschilderte Früchte und Samen sind dem Anpralle

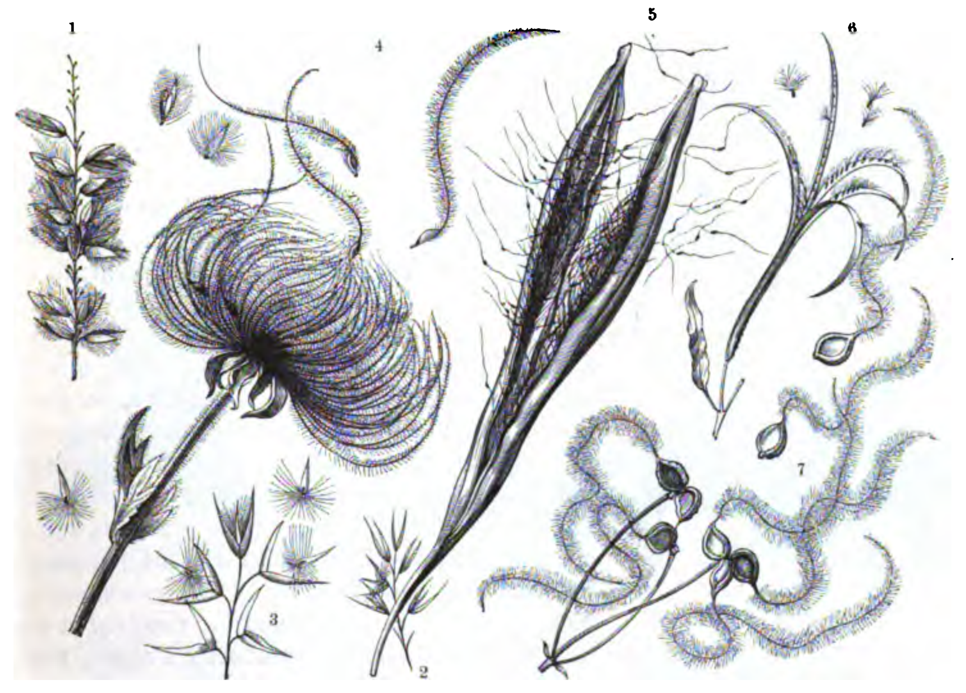


Verbreitung der Früchte und Samen durch den Wind: 1. Senecio vulgaris. — 2. Adenium Honghel. — 3. Valeriana tripteris. — 4. Typha Schuttleworthii. — 5. Eriophorum angustifolium. — 6. Cynanchum fuscatum. — 7. Micromeria nervosa. — 8 und 9. Taraxacum officinale. — 10. Salix Myrsinites. Vgl. Text, S. 792, 793 und 796.

des Windes unmittelbar ausgesetzt. Da bei dem Austrocknen der Fruchthüllen und Fruchtstiele zur Zeit der Reife gewisse Gewebeschichten brüchig und mürbe werden, findet schon bei mäßigem Anstoße des Windes eine Trennung des Zusammenhanges, beziehentlich ein Abfallen der ausgereiften Gebilde statt, und derselbe Windstoß, welcher die Trennung

veranlaßt, treibt die schwebende Frucht in wagerechter Richtung dahin. Erst bei dem Nachlassen des Windes oder dem Zusammentreffen mit einem unüberwindlichen Hindernisse kommt die fortgeblasene Frucht zu Falle.

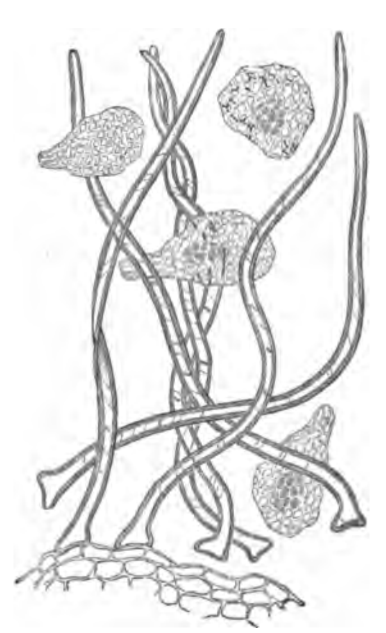
Viele andere Früchte und Samen lösen sich zwar zur Zeit der Reife von selbst von der Mutterpflanze, werden aber dadurch dem Anpralle des Windes nicht unmittelbar ausgesetzt. Bei diesen findet man mannigfaltige Einrichtungen, deren Zweck darin besteht, daß die zu verbreitenden Teile aus ihren Verstecken rechtzeitig in den Bereich des Windes gebracht werden. Einige als Überpflanzen auf der Borke alter Bäume wachsende tropische Orchideen (Aerides, Angrecum, Sarcanthus, Saccola-



Verbreitung der Früchte und Samen durch den Wind: 1. Melica Balansae. — 2. Calamagrostis Epigeios, in natürlicher Größe. — 3. Dieselbe, vergrößert. — 4. Geum montanum. — 5 Aeschynanthus speciosus. — 6. Epilobium collinum. — 7. Clematis Flamula. Vgl. Text, S. 792 und 793.

bium ꝛc.), für welche die auf S. 798, Fig. 1, abgebildete Vanda teres als Vorbild dienen kann, enthalten in ihren Kapselfrüchten neben den kleinen Samen auch Zellen, welche das Aussehen von Haaren besitzen, und deren Wand schraubig gestreift und von schräg verlaufenden Spalten durchsetzt ist (s. Abbildung, S. 796). Diese haarförmigen, zu einer Art Filz verwobenen Zellen sind ungemein hygroskopisch und drehen und wenden sich bei der geringsten Veränderung des Feuchtigkeitszustandes in wunderlicher Weise. Wenn unter dem Einflusse trockener Winde die Kapselklappen dieser Orchideen auseinanderweichen, so beginnt gleichzeitig auch eine lebhafte Bewegung in den verfilzten Haaren. Der Filz bauscht sich gewissermaßen auf, drängt aus den Spalten zwischen den Kapselklappen hervor und befördert auf diese Weise die zwischen den Haaren eingebetteten Samen aus dem Inneren der Kapsel an die Oberfläche, wo sie von dem schwächsten Luftstrome weggeblasen werden können. Das geschieht, wie gesagt, unter dem Einflusse trockener Winde. Bei feuchter Witterung schließen sich die Kapseln; Haare und Samen sind dann wieder in der Höhlung geborgen. Ähnliche Vorgänge beobachtet man auch an den Fruchtköpfchen einiger

Korbblütler, deren Früchtchen sich zur Zeit der Reife von selbst vom Blütenlager trennen. Bei feuchtem Wetter sind die losen Schließfrüchte im Grunde des Hüllkelches wie in einem geschlossenen Korbe geborgen, und die auf den Schließfrüchtchen sitzenden Haarkronen erscheinen zusammengelegt. Bei trockenem Wetter öffnen sich die aus hygroskopischen Schuppen zusammengesetzten Hüllkelche, die bisher zusammengelegten Haarkronen der im Grunde des Hüllkelches geborgenen Früchte spreizen auseinander und wirken dadurch als Hebelarme. In kürzester Zeit sieht man die Früchte über den Rand des geöffneten Hüllkelches so weit emporgehoben, daß sie von dem anprallenden Winde erfaßt werden können. Bei anderen Korbblütlern, für welche als Vorbild der Löwenzahn (Taraxacum) dienen kann, lösen sich die Früchtchen zur Zeit der Reife von dem Blütenlager nicht von selbst ab. Die Blätter des Hüllkelches schließen in feuchter Luft ebenso wie die Haare oder Federchen des Pappus zusammen. Bei trockenem Wetter öffnet sich der Hüllkelch; die Federchen der Haarkrone spreizen auseinander, erhalten die Gestalt eines Fallschirmes und bieten jetzt dem Winde eine verhältnismäßig große Angriffsfläche. Nun sind selbst mäßige Windstöße im stande, die mit dem ausgebreiteten Fallschirme besetzten Früchte von dem Blütenlager abzuheben und zu entführen (s. Abbildung, S. 794, Fig. 9). Herrscht völlige Windstille, so bleiben sie auf dem Blütenlager zurück; die Fallschirme legen sich in der feuchten Luft des Abends wieder zusammen, die Hüllkelche schließen sich, und erst am nächsten Tage bei Sonnenschein und trockener Luft beginnt das Spiel von neuem. An Andropogon Ischaemum, Avena pratensis und noch vielen anderen Gräsern erfährt die aus schraubig gestreiften, sehr hygroskopischen Zellen zusammengesetzte und knieförmig gebogene Granne der Vorspelze in trockener Luft eine sehr kräftige schraubige Drehung und zugleich eine leichte Krümmung nach abwärts. Dabei wirkt das uhrzeigerförmige Ende der Granne, sobald es auf irgend eine Unterlage aufdrückt, wie ein Hebelarm, und es werden auf diese Weise in trockener Luft die von Deck- und Vorspelzen umschlossenen Früchtchen über die Hüllspelzen emporgehoben. Hier können sie als ein Spiel des trockenen Windes leicht fortgetragen werden. Auch bei mehreren Skabiosen wird durch das Sträuben der hygroskopischen Kelchborsten eine Lockerung des Fruchtköpfchens und ein Emporheben der zur Verbreitung durch den Wind geeigneten Früchtchen veranlaßt. Den Früchtchen der Baldriane sitzt eine aus zarten Federchen gebildete Haarkrone auf. In feuchter Luft sind diese Federchen eingerollt, in trockener Luft rollen sie sich auf und spreizen strahlenförmig auseinander (s. Abbildung, S. 794, Fig. 3). Nun findet der Wind eine ausgiebige Angriffsfläche, und bei dem geringsten Anstoße werden die Früchtchen von ihrem Ansatzpunkte abgelöst und fortgeblasen. Ähnlich verhält es sich auch bei Dryas und noch einigen anderen Pflanzen, deren ausführliche Schilderung aber hier zu weit führen würde.

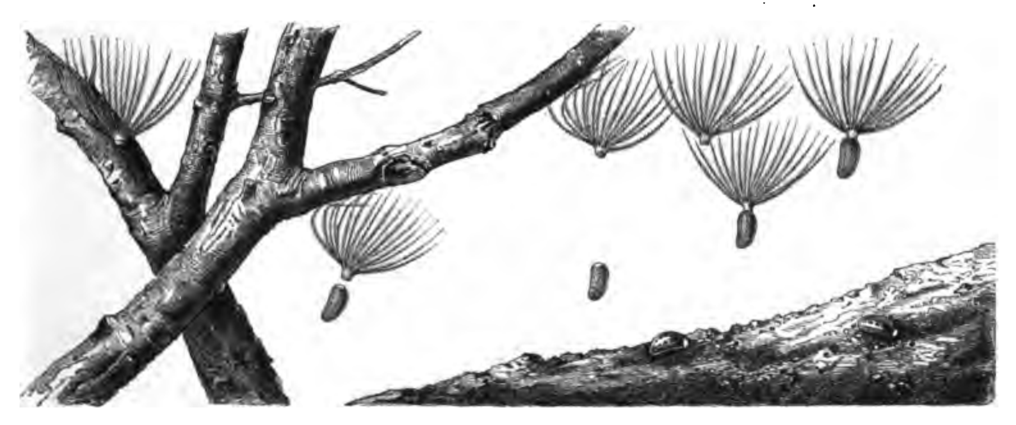


Samen der Orchidee Vanda teres, welche durch hygroskopische haarförmige Zellen aus dem Inneren der Kapsel an die Oberfläche befördert und dort den Luftströmungen ausgesetzt werden. 100fach vergrößert. Vgl. Text, S. 795.

Bei den Weidenröschen (Epilobium) und einigen Kiefern (Pinus nigricans, silvestris 2c.) kommt es vor, daß sich die über die Samen gedeckten Fruchtklappen und Fruchtschuppen nur unter dem Einflusse der wärmenden Sonnenstrahlen am hellen Tage in

trockener, mäßig bewegter Luft lösen, abheben und zurückkrümmen, und daß derselbe Luftstrom, welcher diese Trennung und diese Veränderung in der Lage der Klappen und Schuppen veranlaßte, sofort auch die entblößten, mit Flügeln und Haarschöpfen versehenen Samen entführt. In welcher Weise durch den Anprall trockener Winde zugleich ein Öffnen der Löcher und Spalten an den trockenen Kapselfrüchten, ein Ausschütteln der im Inneren dieser Früchte gegen die Nässe geschützten Samen durch Hin- und Herschwenken der elastischen Fruchtstiele und eine Verbreitung der ausgeschüttelten, für die Luftfahrt eingerichteten Samen stattfindet, wurde bereits auf S. 442 geschildert.

Wie weit die durch Flügel, haarige Schwänze, Fallschirme, blasenförmige und flockige Hüllen zu Luftfahrten geeigneten Früchte und Samen durch den Wind verbreitet werden, hängt von der Vollkommenheit der Schwebeeinrichtungen, von dem Feuchtigkeitszustande der Luft und von der Gewalt der Luftströmungen ab. Beim Schweigen der Winde werden



Verbreitung der Früchte und Samen durch den Wind: In der Luft schwebende Früchte der Distel Cirsium nemorale, welche sich von dem sie tragenden Fallschirme sofort ablösen und zur Erde fallen, wenn sie bei ihrem Fluge an einen festen Gegenstand anprallen. Vgl. Text, S. 798.

an sonnigen Tagen unzählige Früchte und Samen durch den sich entwickelnden aufsteigenden Luftstrom in bedeutende Höhen emporgeführt, sinken aber in der Regel nach Untergang der Sonne in geringer Entfernung von jener Stelle, wo sie aufgehoben wurden, wieder in die Tiefe zurück. Solche Luftfahrten haben nicht so sehr die Bedeutung einer Verbreitung der Pflanzen über weite Strecken Landes, als vielmehr der Ansiedelung auf den Gesimsen und in den Ritzen steiler Gehänge und Felswände, wohin die Samen auf andere Weise nicht leicht gelangen könnten. Die in wagerechter Richtung dahinflutenden Luftmassen vermögen die schwebenden Früchte und Samen allerdings über weite Strecken Landes zu führen, doch macht man sich von den Entfernungen gewöhnlich sehr übertriebene Vorstellungen. Die Untersuchungen der durch Sturmwinde zu den Höhen der Alpen gebrachten und dort auf den Firn der Gletscher abgesetzten zahlreichen Früchte und Samen haben ergeben, daß unter diesen nicht eine einzige war, welche aus fernen Gegenden stammte, und man gelangt auf Grund dieses Ergebnisses zu der Überzeugung, daß in den Gebirgen selbst durch kräftige Luftströme die Früchte und Samen kaum weiter als von einer Thalwand zur anderen übertragen werden.

Es verdient hier noch bemerkt zu werden, daß bei mehreren Pflanzen die Flügel und Fallschirme nur für die Zeit der Luftfahrt mit den Samen und Früchten in Verbindung bleiben. Wenn der geflügelte Same der Kiefer irgendwo strandet, so löst sich der häutige Flügel sofort ab, und der Same ist nicht mehr flugfähig. Noch auffallender tritt diese

Erscheinung bei den Früchten der Disteln (z. B. Carduus und Cirsium; s. Abbildung, S. 797) hervor. Die von dem Fallschirme getragenen, verhältnismäßig großen Achenien schweben in der Luft ruhig dahin; sobald sich ihnen aber ein Hindernis in den Weg stellt und ein Anprall erfolgt, trennt sich augenblicklich das Achenium ab und fällt zu Boden. Es ist kaum zu bezweifeln, daß mit dieser Art der Verbreitung das häufige Vorkommen der Disteln entlang der Mauern und Zäune im Zusammenhange steht, insofern nämlich, als an diesen Mauern und Zäunen das Anprallen schwebender Früchte besonders häufig stattfindet. In anderen Fällen bleibt die Frucht oder der Same mit dem Fallschirme allezeit



Verbreitung der Früchte und Samen durch den Wind: 1. Kapsel der Vanda teres, aus deren Spalten die Samen durch hygroskopische Haare an die Luft befördert wurden, und die nun durch den Wind fortgeblasen werden. — 2. Aufgesprungene Kapsel einer Tillandsia, aus welcher die von Fallschirmen getragenen Samen durch den Wind abgehoben werden. Die Samen bleiben, wenn sie durch den Wind zur Borke eines Baumes geführt werden, mit den Haaren des Fallschirmes an dieser hängen. Vgl. Text, S. 792 und 795.

fest verbunden, und es dient der Fallschirm dazu, den getragenen Gegenstand an einer Stelle zu befestigen, wo die Bedingungen des Keimens gegeben sind. So z. B. heften sich die Samen der Tillandsia (s. obenstehende Abbildung, Fig. 2), wenn sie von dem Winde in wagerechter Richtung fortgeblasen, mit den Ästen alter Bäume in Berührung kommen, der Borke dieser Äste an, wo sie alsbald zum Keimen gelangen. Dieselbe Haarkrone, welche die Samen flugfähig machte, dient späterhin zur Befestigung derselben an das Keimbett.

Die Verbreitung der Früchte und Samen durch Vermittelung der Tiere ist fast ebenso mannigfaltig wie jene durch Luftströmungen. In vielen Fällen kommt sie dadurch zu stande, daß Früchte und Samen von den Tieren als Nahrung benutzt und die unverdauten Teile derselben mit dem Kote abgesetzt werden, und daß aus diesem die im Darmkanale nicht zerstörten Keimlinge hervorsprießen. Da diese

Art der Verbreitung von seiten der Botaniker ebenso oft behauptet als bestritten wurde, und eine endgültige Lösung dieser Streitfrage nur auf dem Wege des Versuches gefunden werden konnte, entschloß ich mich, verschiedene Tiere mit ausgewählten Früchten und Samen zu füttern und zunächst zu untersuchen, ob die Keimlinge, nachdem sie den Darmkanal der Tiere passiert hatten, noch lebensfähig waren oder nicht. Es wurden zu diesem Zwecke Früchte und Samen von 250 verschiedenen Pflanzenarten verwendet und folgende Tiere mit denselben gefüttert. Von Vögeln: Amsel, Singdrossel, Steindrossel, Rotkehlchen, Dohle, Rabe, Tannenhäher, Zeisig, Stieglitz, Girlitz, Meise, Gimpel, Kreuzschnabel, Taube, Huhn, Truthahn und Ente; von Säugetieren: Murmeltier, Pferd, Rind und Schwein. Der mit Rücksicht auf seinen Gehalt an Samen untersuchte Kot wurde nach jeder Fütterung in ein besonderes Keimbett gegeben. Gleichzeitig wurden in einem benachbarten Keimbette Früchte und Samen derselben Pflanzen, welche nicht zur Fütterung gedient hatten, zur Kontrolle angebaut. Es ist hier nicht der Ort, die vielen Vorsichtsmaßregeln, welche sonst noch bei diesen mühsamen Versuchen notwendig waren, auseinanderzusetzen, und ich beschränke mich darauf, die aus 520 Einzelversuchen gewonnenen wichtigsten Ergebnisse mitzuteilen.

Was die Säugetiere anbelangt, so kann ich mich kurz fassen. Fast sämtliche von diesen Tieren gutwillig als Nahrung angenommenen oder in ihre Nahrung eingeschmuggelten Früchte und Samen wurden entweder schon beim ersten Angriffe oder beim Wiederkäuen zerstört. Aus dem Kote des Rindes hatten allerdings einige der Zermalmung beim Wiederkäuen entgangene Hirsekörner, aus jenem des Pferdes vereinzelte Linsensamen und Haferfrüchte und aus jenen des Schweines **Cornus alba, Hippophaë rhamnoides, Ligustrum vulgare, Malva crispa, Raphanus sativus** und **Robinia Pseudacacia** gekeimt, doch war die Zahl dieser Keimlinge im Verhältnisse zur Zahl der gefütterten keimfähigen Samen eine kaum nennenswerte, und die Früchte und Samen von ungefähr 60 anderen Pflanzenarten hatten sämtlich auf dem Wege durch den Darmkanal ihre Keimkraft vollständig eingebüßt. Die Vögel können mit Rücksicht auf die in Rede stehende Frage in drei Gruppen geschieden werden: Erstens in solche, welche alle, auch die härtesten Früchte und Samen in ihrem muskulösen, mit Reibeplatten versehenen und gewöhnlich auch mit Sand und kleinen Steinchen erfüllten Magen zermalmen, und von denen einige schon beim Ergreifen die Früchte und Samen enthülsen und zu Grunde richten. In diese Gruppe gehören von den Versuchstieren der Truthahn, das Huhn, die Taube, der Kreuzschnabel, der Gimpel, der Stieglitz, Zeisig, Girlitz, Meise, Tannenhäher und die Ente. In dem Kote dieser Tiere ist unter gewöhnlichen Verhältnissen kein keimfähiger Same enthalten, nur bei den Enten und dem Huhne, welchen die Nahrung einigemal zwangsweise beigebracht wurde, bei welcher Gelegenheit der Magen eine Überladung erfahren haben dürfte, fanden sich einige nicht zerriebene, keimfähige Samen (**Arenaria serpyllifolia, Papaver Rhoeas, Sisymbrium Sophia, Ribes rubrum, Ligustrum vulgare, Fragaria Indica** 2c.) im Kote. Eine zweite Gruppe bilden die Raben und Dohlen, bei welchen die Steinkerne und hartschaligen Samen der als Nahrung angenommenen Fleischfrüchte den Darmkanal unbeschädigt passierten, während die weichschaligen Samen und Früchte insgesamt zerstört wurden. Besonders hervorzuheben ist, daß sich in dem Kote dieser Vögel nach der Fütterung mit Kirschen Kirschenkerne im Durchmesser von 15 mm befanden, welche sämtlich keimfähig waren. In die dritte Gruppe gehören von den Versuchstieren die Amsel, die Singdrossel, der Steinrötel und das Rotkehlchen. Unter diesen zeigte sich die Amsel in betreff der Nahrung am wenigsten wählerisch. Sie verschlang selbst die Früchte der Eibe, ohne die Kerne wieder aus dem Kropfe auszuwerfen, und lehnte überhaupt keine einzige ihrem Futter beigemengte Frucht ab. Die Singdrossel verschmähte alle Trockenfrüchte, welche einen Durchmesser von 5 mm erreichten, und zwar selbst dann, wenn diese dem fein zerschnittenen,

als Futter benutzten Fleische beigemengt waren. Auch mehrere stark duftende Früchte, wie z. B. jene der Schafgarbe, wurden von ihr gemieden. Die aromatischen Früchte der Doldenpflanzen (z. B. Bupleurum rotundifolium und Carum Carvi) wurden dagegen mit großer Begierde gefressen. Die Samen von Tabak, Bilsenkraut und Fingerhut, welche der anderen Nahrung beigemengt waren, wurden nicht verschmäht und hatten ebensowenig nachteilige Folgen, wie die mit großer Gier verzehrten Beeren der Tollkirsche. Dagegen erkrankte eine Singdrossel nach dem Genusse der Schminkbeere (Phytolacca). Die Fleischfrüchte, deren Samen einen Durchmesser von über 5 mm besitzen, namentlich jene von Berberis, Ligustrum, Opuntia und Viburnum, wurden in den Kropf gebracht, das Fruchtfleisch gelangte von dort in den Magen, aber sämtliche Samen wurden aus dem Kropfe wieder ausgeworfen. Manche Samen, wie z. B. jene von Lychnis flos Jovis, wurden von dem anderen Futter, dem ich sie beigemengt hatte, sorgfältig entfernt. Von den sehr begierig gefressenen Fleischfrüchten wurden die Samen der Steinkerne, welche einen Durchmesser von 3 mm besaßen, aus dem Kropfe wieder ausgeworfen. Die Zeit zwischen Fütterung und Entleerung war bei den Tieren der dritten Gruppe eine überraschend kurze. In dem Kote einer Drossel, welche um 8 Uhr morgens mit Ribes petraeum gefüttert wurde, fanden sich bereits nach $^3/_4$ Stunde zahlreiche Samen in dem Kote, und die Samen von Sambucus nigra hatten schon nach $^1/_2$ Stunde den Darmkanal passiert. Die meisten Samen brauchten zu dieser Wanderung $1^1/_2$—3 Stunden. Am längsten wurden merkwürdigerweise die kleinen, glatten Früchte von Myosotis silvatica und Panicum diffusum zurückbehalten. Von den Früchten und Samen, welche durch den Darmkanal gegangen waren, keimten bei der Amsel 75, bei der Drossel 85, bei dem Steinrötel 88 und bei dem Rotkehlchen 80 Prozent. Im Vergleiche zu den gleichartigen Früchten und Samen, welche bei der Fütterung keine Verwendung fanden und nur zur Kontrolle angebaut wurden, war das Keimen der durch den Darmkanal gegangenen Früchte und Samen meistens verzögert (bei 74—79 Prozent). Nur bei einigen Fleischfrüchten (z. B. Berberis, Ribes, Lonicera) war das Keimen früher eingetreten. Aus den Samen jener Pflanzen, welche ihren Standort auf gut gedüngtem Boden haben (z. B. Amaranthus, Polygonum, Urtica), entwickelten sich, wenn sie unverletzt durch den Darmkanal der Tiere gegangen waren, Keimlinge, welche üppiger waren als jene, welche nur zur Kontrolle angebaut wurden und nicht zur Fütterung gedient hatten.

Aus diesen Versuchen geht hervor, daß die Verbreitung der zur Nahrung dienenden Früchte durch Drosseln und Sänger nicht nur, wie man früher meinte, ausnahmsweise bei den Misteln, sondern bei sehr vielen anderen Pflanzen stattfinden kann und, wie zahlreiche andere Beobachtungen lehren, auch thatsächlich stattfindet. Insbesondere sind es die Pflanzen mit fleischigen Früchten, welche auf diese Art verbreitet werden. Das Vorkommen solcher Pflanzen als Überpflanzen auf der Borke der Bäume sowie das plötzliche Auftreten derselben auf hochragenden Felsen und alten Mauern läßt sich auf diese Weise naturgemäß erklären.

Hiermit hängt auch zusammen, daß sich an den fleischigen Früchten zur Zeit, wann ihre Verbreitung erfolgen soll, Veränderungen vollziehen, welche die Bedeutung einer Anlockung der zur Verbreitung berufenen Tiere haben, und daß auch Einrichtungen getroffen sind, welche verhindern, daß die betreffenden Früchte vor dem Eintritte dieses Zeitpunktes, beziehentlich vor dem Eintritte der Reife von den Tieren abgeholt werden. Auf diese letzteren Einrichtungen wurde bereits auf S. 348—441 hingewiesen; was aber die Anlockung der zur Verbreitung der reifen Früchte berufenen Tiere anbelangt, so sind hier folgende Erfahrungen besonders hervorzuheben: Die Früchte und Samen, welche noch nicht abgeholt werden sollen, weil sie ihre Reife noch nicht erlangt haben, sind zwischen dem Laube der Mutterpflanze versteckt, haben eine grüne, mit dem Laube übereinstimmende Farbe

und entbehren des Duftes. Sobald aber die Zeit der Reife gekommen ist, werden die betreffenden Gebilde zur Schau gestellt; die Fruchthüllen erhalten an den schon von der Ferne sichtbaren Stellen eine recht auffallende Farbe und entwickeln häufig auch einen weithin wahrnehmbaren Duft. Dort, wo nur die Samen verbreitet werden und die Fruchtgehäuse zurückbleiben sollen, wie z. B. bei **Paeonia Russi, Evonymus verrucosus, Magnolia grandiflora**, springen die Kapseln oder Bälge auf, und die lebhaft gelb und rot gefärbten, bisweilen stahlblau und schwarz gefleckten Samen sind schon von weitem sichtbar. Bei den genannten Arten von **Evonymus** und **Magnolia** treten sie aus dem Fruchtgehäuse hervor und erscheinen wie an Fäden aufgehängt, wodurch sie noch mehr in die Augen fallen. Die Farbe, welche die Früchte oder Samen zur Zeit der Reife annehmen, richtet sich nach der Farbe des neben ihnen vorhandenen Laubes. Von Grün heben sich die verschiedenen Töne des Rot am besten ab. Für die Gewächse mit immergrünem Laube (z. B. **Ardisia, Gaulteria, Ilex, Taxus, Arbutus Unedo, Arctostaphyllos uva ursi, Vaccinium Vitis Idaea**) ist darum die rote Farbe der Früchte die vorteilhafteste. Auch für jene Pflanzen, deren Laub zwar sommergrün, aber zur Zeit der Fruchtreife noch nicht herbstlich gefärbt ist (z. B. Erdbeere, Himbeere, Johannisbeere, Vogelbeere, Kirschen, Hirschholder [**Sambucus racemosa**]), ist die rote Farbe der Früchte sehr günstig. Wenn dagegen das Laub zur Zeit der Fruchtreife eine herbstliche rote oder gelbe Färbung angenommen hat, würden sich rote Früchte nur wenig von dem umgebenden Laube abheben, und die Früchte von **Ampelopsis hederacea, Cornus sanguinea, Prunus Padus, Arctostaphyllos alpina, Vaccinium Myrtillus** und **uliginosum** rc. sind auch in der That blau oder schwarz gefärbt. Bisweilen sind die Früchte schwarz und die Fruchtstiele rot gefärbt, wie bei **Sambucus nigra**, oder die Früchte sind nur an der von fern sichtbaren Seite bunt bemalt, wie jene der Apfel- und Birnbäume. Die Früchte der Quitten und der Ananas stechen mit ihrer gelben Farbe von dem blaugrünen Laube ab. Weiße Beeren, z. B. jene von **Cornus alba** und **Symphoricarpus**, kommen insbesondere an jenen Pflanzen vor, welche das Laub zur Zeit der vollen Fruchtreife bereits abgeworfen haben. Auf dem braunen und grauen Hintergrunde, der von den entlaubten Zweigen und den abgefallenen Blättern im Spätherbste gebildet wird, sind die weißen Früchte schon von fern gut sichtbar. Wie sehr sich auch der Duft der Früchte zur Zeit der vollen Reife geltend macht, ist genügend bekannt, und es mag in dieser Beziehung auf die Erdbeere, Himbeere, Quitte und Ananas hingewiesen sein.

Da die Samen und Steinkerne der von den Drosseln und Sängern gefressenen Fleischfrüchte nur kurze Zeit im Kropfe und Darmkanale verweilen, so ist es wahrscheinlich, daß die betreffenden Pflanzen durch die genannten Tiere im Laufe eines Jahres höchstens im Umkreise einiger Stunden und nur im Laufe vieler Jahre, sozusagen schrittweise, über weite Landstrecken verbreitet werden. Auch liegt es nahe, anzunehmen, daß die Verbreitung vorwaltend nach jener Weltgegend erfolgt, welcher die Drosseln und Sänger bei Eintritt des an reifen Fleischfrüchten so reichen Herbstes in kleinen Tagereisen zusteuern.

Es ist bekannt, daß sich Nußhäher, Eichelhäher, Eichhörnchen und Hamster in Steinklüften, Erdhöhlen und an anderen versteckten Stellen Vorratskammern anlegen und die dorthin verschleppten Früchte und Samen aus irgend einem Grunde nachträglich nicht mehr abholen. Entweder wird das Versteck vergessen, oder, was wahrscheinlicher ist, das Tier, welches die Vorratskammer anlegte, wurde die Beute eines Raubvogels. Genug, die zurückgebliebenen Früchte und Samen gelangen in den Verstecken zum Keimen, und da die Verstecke von den Stellen, wo die Früchte und Samen ausreifen, stets mehr oder weniger weit entfernt sind, so kommt auch auf diesem seltsamen Wege eine Verbreitung der betreffenden Pflanzen zu stande. Selbst beobachtet habe ich diese Verbreitung bei der Arve oder Zirbelkiefer (**Pinus Cembra**) durch

den Tannenhäher, bei den Buchen, Eichen und Haselnüssen durch den Eichelhäher und bei der Haselnuß auch durch das Eichhörnchen.

Es ist hier die geeignetste Stelle, um auch auf die Verbreitung der Samen durch Insekten hinzuweisen. O. Kuntze sah, wie sich Ameisen an das Fruchtfleisch, welches die Samen der Carica Papaya umgibt, anhängten und zu je dreien diese Samen vorwärtsschoben, und Lundström erzählt, daß die ausgefallenen Samen des Wachtelweizens (Melampyrum) von den Ameisen in ihre Baue geschleppt werden. Angeregt durch diese Angaben, habe ich der Verbreitung der Samen durch Ameisen in jüngster Zeit meine besondere Aufmerksamkeit zugewendet und gefunden, daß dieselbe im ausgedehntesten Maße stattfindet. Insbesondere ist es die Rasenameise (Tetramorium caespitum), welche im Laufe des Sommers unermüdlich damit beschäftigt ist, Samen in ihre Baue zu schleppen und sie dort in Vorratskammern aufzuspeichern. Auch andere in Erdlöchern, ausgehöhlten Bäumen und dergleichen lebende Arten (Lasius niger, Formica rufibarbis &c.) sind in dieser Weise thätig, aber bei weitem wählerischer als die Rasenameise. Die Samen mancher Pflanzen, über welche die Rasenameise sofort herfällt, wenn sie ihr auf den Weg gestreut werden, bleiben von den anderen unberührt. Soweit meine Beobachtungen reichen, sind es insbesondere die Samen mit glatter Schale, aber großer Samen- und Nabelschwiele (s. S. 419), welche in die Erdlöcher geschleppt werden, wie namentlich jene von Asarum Europaeum und Canadense, Chelidonium majus, Cyclamen Europaeum, Galanthus nivalis, Möhringia muscosa, Sanguinaria Canadensis, Viola Austriaca und odorata, Vinca herbacea und minor und verschiedene Arten der Gattung Euphorbia. Eine besondere Vorliebe zeigte die Rasenameise für die Samen von Sanguinaria Canadensis, welche eine sehr auffallende Nabelschwiele besitzen. Da diese Samen verhältnismäßig groß und schwer sind, so vereinigen sich gewöhnlich 3—4 kleine Rasenameisen, um sie in das nächste Erdloch zu bringen. Daß es die fleischige Schwiele ist, welche als eine leicht zugängliche Nahrung die Ameisen anlockt und sie veranlaßt, die betreffenden Samen zu verschleppen, ist zweifellos. Die glatte, feste Schale der Samen und auch der Inhalt derselben wird von den Ameisen nicht berührt. Nur so ist es erklärlich, daß die von den Ameisen unter die Erde oder in die Mauerritzen geschleppten Samen im nächsten Jahre dort zum Keimen gelangen. Es kommt auch vor, daß einzelne der verschleppten Samen auf den von den Ameisen eingehaltenen Wegen liegen bleiben, in welchem Falle die Schwiele gewöhnlich abgefressen ist. Aber auch diese Samen keimen im darauffolgenden Jahre, und daraus erklärt sich, daß die Straßen der Ameisen mit gewissen Gewächsen förmlich bepflanzt sind. So ist z. B. im Wiener botanischen Garten Chelidonium majus eine stete Begleiterin der Ameisenstraßen!

Die von den Tieren mit einer bestimmten Absicht vollführte Übertragung der Früchte und Samen an abgelegene, von dem Standorte der Mutterpflanzen mehr oder weniger weit entfernte Plätze kommt im ganzen wohl nur selten vor und beschränkt sich auf verhältnismäßig wenige Arten. Desto häufiger erfolgt die Verbreitung der Früchte und Samen durch Vermittelung der Tiere unabsichtlich und zwar dadurch, daß die zu verbreitenden Gegenstände an die wandernden Tiere angeklebt, angeheftet, angehäkelt oder auf irgend eine andere Weise befestigt werden, und daß sich die Tiere der ihnen unbequemen Anhängsel früher oder später wieder entledigen. Die Stelle aber, wo von den Tieren die angeklebten oder angehäkelten Früchte und Samen abgelagert werden, ist jedesmal von der Stelle, wo das Ausreifen stattgefunden hat, mehr oder weniger weit entfernt, und gewöhnlich finden die abgestoßenen und abgestreiften Früchte an der Ablagerungsstätte ein vortreffliches Keimbett.

Das Anhaften der Früchte und Samen an die Haut, den Pelz oder das Gefieder der Tiere erfolgt entweder mittels Wasser, Schlamm und feuchter Erde oder

mittels besonderer, von den Pflanzen abgeschiedener Klebstoffe. Die Früchte und Samen vieler Wasser- und Sumpfpflanzen, namentlich der Gattungen Alisma, Batrachium, Butomus, Carex, Myriophyllum, Phellandrium, Polygonum, Potamogeton, Sagittaria und Sparganium, besitzen weder besondere Organe zum Anhäkeln, noch scheiden sie klebrige Stoffe aus, aber sie haben, wie schon früher (s. S. 785) erwähnt wurde, die Fähigkeit, sich auf der Wasseroberfläche schwimmend zu erhalten. Hält man in das Wasser eines Teiches, dessen Oberfläche mit solchen schwimmenden Früchten bedeckt ist, die Hand, und zieht man diese rasch heraus, so hängen der Haut durch Vermittelung des haftenden Wassertropfens immer auch zahlreiche der genannten Früchte an. Dasselbe geschieht, wenn Wasservögel an dergleichen Stellen sich herumtreiben und plötzlich auffliegen. Man findet an den geschossenen Tieren den Schnabel, die Beine und selbst das Gefieder, über welches das Wasser doch sofort ablief, gar nicht selten mit Früchten der genannten Pflanzen behaftet. Hätten sich diese Tiere in einem anderen Teiche niedergelassen, so würden die Früchte zweifellos dorthin verschleppt worden sein. Für die Verbreitung der Früchte auf geringe Entfernungen ist daher das Anhaften durch Vermittelung des Wassers gewiß nicht ohne Bedeutung.

Mittels Schlamm und feuchter Moorerde werden insbesondere den zur Tränke an das Ufer der Gewässer kommenden Vögeln zahlreiche kleine Früchte und Samen angeheftet. Dohlen, Reiher und Schnepfen, welche nicht sehr viel auf Reinlichkeit halten, findet man regelmäßig mit Krümchen von Schlamm und Erde beklebt. Besonders erwähnenswert sind auch die Schwalben, zumal die rauhfüßigen Arten, welche sich bei Gelegenheit ihres Aufenthaltes am Ufer der Flüsse und Teiche kleine Schlammklümpchen ankleben. Dort, wo sie längere Zeit verweilen, suchen sie sich derselben zwar wieder zu entledigen, aber wenn die Wanderzeit heranrückt, werden sie unruhig und aufgeregt und vergessen sogar die sonst mit großer Sorgfalt behandelte Morgentoilette. Auch die sonst so reinlichen Wasservögel versäumen auf ihren Wanderzügen die sorgfältige Entfernung anhängender Schlammteile. Wie groß aber die Zahl der im Schlamme eingebetteten Samen ist, lehren die Untersuchungen Darwins. Aus 6¾ Unzen Schlamm keimten 537 Pflanzen! Meine eignen Untersuchungen des von den Schnäbeln, den Füßen und dem Gefieder der Schwalben, Schnepfen, Bachstelzen und Dohlen abgelösten Schlammes lieferten eine ungefähr um die Hälfte geringere Ausbeute an keimfähigen Samen. Aber auch das ist noch ausgiebig genug, und wer bedenkt, daß Tauben und Kraniche 60—70 und Schwalben und Wanderfalken sogar 180 km in einer Stunde auf ihren Wanderungen zurücklegen, kommt zur Überzeugung, daß durch diese Tiere in kürzester Zeit die angeklebten Früchte und Samen über mehrere Breitengrade verschleppt werden können. Allerdings ist die Zahl der auf diese Weise verbreiteten Pflanzenarten eine beschränkte. Meistenteils sind es Ufer- und Sumpfpflanzen und unter diesen wieder vorwaltend kleine, einjährige Gewächse, wie aus dem folgenden Verzeichnisse der von mir besonders häufig in dem angeklebten Schlamme gesehenen Früchte und Samen hervorgeht:

Centunculus minimus	Heleocharis acicularis	Lythrum Salicaria
Cyperus flavescens	Isolepis setacea	Nasturtium amphibium
- fuscus	Juncus buffonius	- palustre
Elatine Hydropiper	- compressus	- silvestre
Erythraea pulchella	- lamprocarpus	Samolus Valerandi
Glaux maritima	Limosella aquatica	Scirpus maritimus
Glyceria fluitans	Lindernia pyxidaria	Veronica Anagallis.

Die meisten dieser Arten sind über alle Weltteile verbreitet, erhalten sich aber selten längere Zeit hindurch auf demselben Standorte. Oft tauchen sie ganz unerwartet an Stellen auf, wo die Vögel auf ihren Wanderzügen Rast hielten und zur Tränke gingen. Das merkwürdige Vorkommen des winzigen, in Indien heimischen Coleanthus subtilis an den

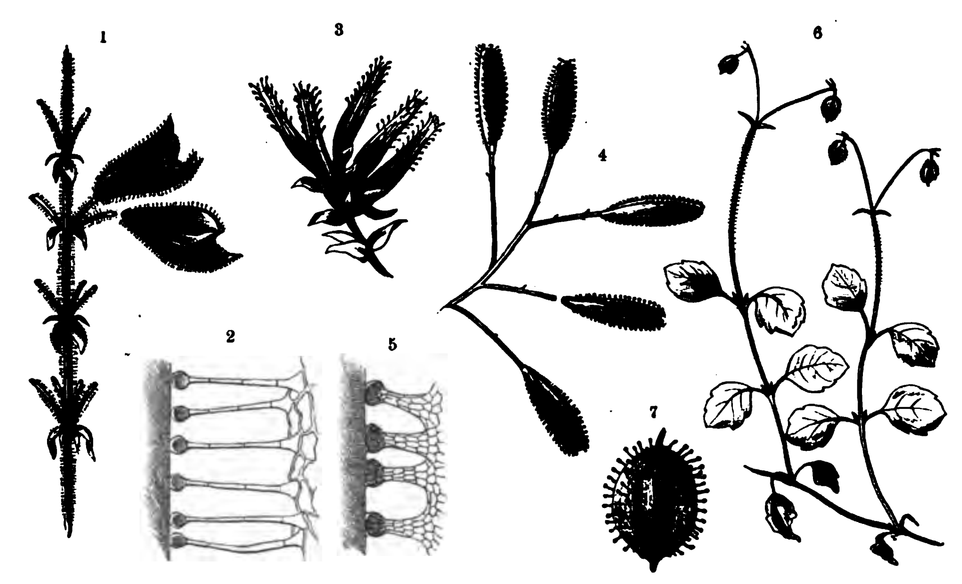
Teichrändern im südlichen Böhmen und das plötzliche Erscheinen dieses Grases vor zwei Jahrzehnten im westlichen Frankreich sowie das Vorkommen des tropischen Scirpus atropurpureus am Ufer des Genfer Sees und der südlichen Anagallis tenella am Ufer des Schwarzsees bei Kitzbüchel in Nordtirol ist wohl unbedenklich auf die hier angedeutete Weise zu erklären.

Daß durch Vermittelung der vom Regen durchweichten Erde auf den Steppen und Äckern und an den Wegen zahlreiche Früchte und Samen an die Hufe, Klauen, Zehen und Füße sowie an die Haare, Borsten und Federn der wandernden Tiere angeheftet werden, hat man vielfach beobachtet. Darwin fand in 6½ Unzen hart gewordener Erde, welche von dem Fuße eines Rebhuhnes abgenommen wurde, zahlreiche Samen, von welchen 82 zum Keimen gelangten. Viele sogenannte Unkräuter, welche auf Feldern und an Straßenrändern wachsen (Brunella vulgaris, Malva rotundifolia, Potentilla anserina, reptans, supina, Ranunculus Sardous 2c.), werden vorwiegend auf diese Weise verbreitet. Zufolge einer Mitteilung meines Freundes C. Heller findet man auch die Haftlappen an den Zehen der Geckonen (Eidechsen, welche an den glatten Felsen und Mauern herumzulaufen geeignet sind) bisweilen mit feinen Samen besetzt, und es ist nicht zu bezweifeln, daß durch diese Tiere gewisse Pflanzen über felsige Steilgehänge verbreitet werden können.

Daß klebrige, von den Früchten und Samen ausgeschiedene Stoffe dieses Anheften an die wandernden Tiere wesentlich befördern, ist selbstverständlich. Wenn die in Band I, S. 175 erwähnten Ausscheidungen von Klebemitteln aus den befeuchteten Früchten und Samen bei verschiedenen Korbblütlern, Kreuzblütlern, Lippenblütlern, Wegerichen 2c. zunächst auch nur die Befestigung an das Keimbett bezwecken, so wird doch häufig auch noch ein zweiter Vorteil, nämlich das Ankleben an wandernde Tiere, durch diese Einrichtung bezweckt. Ganz besonders hervorzuheben ist an dieser Stelle die Zeitlose (Colchicum), deren Samen mittels einer verhältnismäßig großen, bei Befeuchtung klebrig werdenden Fleischwarze (caruncula) an die Klauen und Hufe der Rinder, Schafe und Pferde ankleben und vorzüglich auf diese Weise von einer Trift zur anderen verbreitet werden. Auch ist hier noch des Falles zu gedenken, daß ein Steinkauz (Athene noctua), welcher beim Fange von Mäusen an das Gestrüpp von Wermut (Artemisia) anstreifte, beim Fortfliegen mit den infolge eines vorhergegangenen Regens klebrig gewordenen Früchtchen dieser Pflanze über und über behaftet war. Bisweilen werden die Samen der überreifen, bei leisestem Drucke platzenden saftreichen Beeren von Bryonia, Lycium, Solanum und verschiedenen anderen Kukurbitaceen und Solanaceen an die Borsten und Haare der vorbeiwandernden und anstreifenden Tiere geklebt, und es ist nach den Erzählungen der Reisenden nicht unwahrscheinlich, daß auch die fleischigen Rafflesien, welche vorzüglich an den von großen Dickhäutern begangenen Wegen gefunden werden, auf die angedeutete Weise ihre Verbreitung finden. Sehr merkwürdig ist auch die Verbreitung der Samen von Nuphar und Nymphaea. Wie dieselbe durch die Strömung des Wassers erfolgt, wurde bereits auf S. 785 erzählt. Es kommt aber auch vor, daß solche Samen durch die Wasserhühner von Teich zu Teich verschleppt werden. Um die nahrhaften Samen zu gewinnen, hacken die genannten Tiere die Früchte der Seerosen mit ihrem Schnabel auf, wobei fast unvermeidlich einige der von schleimigen Massen eingehüllten Samen an den Borstenfedern der Mundwinkel kleben bleiben. Wenn nun die Wasserhühner von ihrer Mahlzeit plötzlich aufgeschreckt werden und nicht mehr Zeit finden, den Schnabel früher zu reinigen, so tragen sie die angeklebten Samen mit fort und streifen sie erst wieder in einem anderen Teiche ab.

Die Früchte und Samen mehrerer Pflanzen haften an den vorüberstreifenden Tieren mittels eigner Drüsenhaare und Stieldrüsen, d. h. mittels rundlicher Zellen und Zellengruppen, die von stielförmigen, aus der Oberhaut entspringenden Gebilden getragen werden, und an deren Oberfläche sich klebrige, schleimige und harzige Stoffe ausgebildet haben (siehe

untenstehende Abbildung, Fig. 2 und 5). Die Stieldrüsen entstehen an den verschiedensten Teilen der Pflanzen. Bei Boerhavia, Adenocarpus und Pisonia (s. untenstehende Abbildung, Fig. 4) ist es die Frucht, bei Salvia glutinosa (Fig. 1) und den verschiedenen Arten der Gattung Plumbago, namentlich Plumbago Capensis (Fig. 3), der Kelch, und bei der nordischen Linnäa (Linnaea borealis; Fig. 6 und 7) ein der Frucht dicht anliegendes Deckblattpaar, welches mit Stieldrüsen besetzt ist. Bei allen diesen Pflanzen ist eine Trennungsschicht in dem Gewebe des Fruchtstieles vorgebildet, und sobald das Ankleben erfolgt ist, findet sofort auch eine Ablösung im Bereiche dieser Trennungsschicht statt. Manche Pflanzen, beispielsweise das einjährige Cerastium glutinosum, sind allerwärts mit Drüsenhaaren besetzt, und wenn sie zur Zeit der Reife halb verdorrt sind und nur noch lose im Boden wurzeln, genügt ein leichtes Anstreifen der vorüberwandelnden Tiere, damit sie mit



Anklebende Früchte: 1. Salvia glutinosa. — 2. Die von den Fruchtkelchen dieser Pflanze ausgehenden anklebenden Stieldrüsen; 60fach vergrößert. — 3. Plumbago Capensis. — 4. Pisonia aculeata. — 5. Die von den Früchten dieser Pflanze ausgehenden anklebenden Stieldrüsen, 60fach vergrößert. — 6. Linnaea borealis. — 7. Frucht dieser Pflanze, 5fach vergrößert.

Blättern, Stengeln und Fruchtkapseln dem Gefieder oder den Haaren ankleben. Hierzu sei nur noch bemerkt, daß dieses Ankleben am wandernden Tiere bei allen hier beispielsweise vorgeführten Pflanzen nicht nur vermutet, sondern thatsächlich beobachtet worden ist.

Ungefähr der zehnte Teil der Phanerogamen besitzt Früchte oder Samen, welche mittels krallenförmiger oder widerhakiger Fortsätze verbreitet werden. Die Verbreitung ist jener der anklebenden Früchte sehr ähnlich. Sobald ein Säugetier oder ein Vogel bei seinen Wanderungen mit den Krallen oder Widerhaken in Berührung kommt, findet sofort ein Anhäkeln an die Haare, Borsten oder Federn statt, der Pflanzenteil, von welchem die Krallen oder Widerhaken ausgehen, wird abgerissen und von dem betreffenden Tiere fortgeschleppt. Diese Verschleppung ist selbstverständlich von den Tieren nicht beabsichtigt; im Gegenteil, es werden ihnen die Anhängsel sehr unbequem und unangenehm, und sie suchen sich von denselben nach Möglichkeit zu befreien. Das geschieht freilich in vielen Fällen erst dann, wenn die Tiere eine weite Strecke Weges zurückgelegt haben, und bisweilen bleibt der Pelz, die Mähne oder die Haut wochenlang mit den peinigenden Gebilden behängt. Die zum Anhäkeln dienenden Organe sind an ihrer Spitze entweder krallenförmig gebogen oder mit

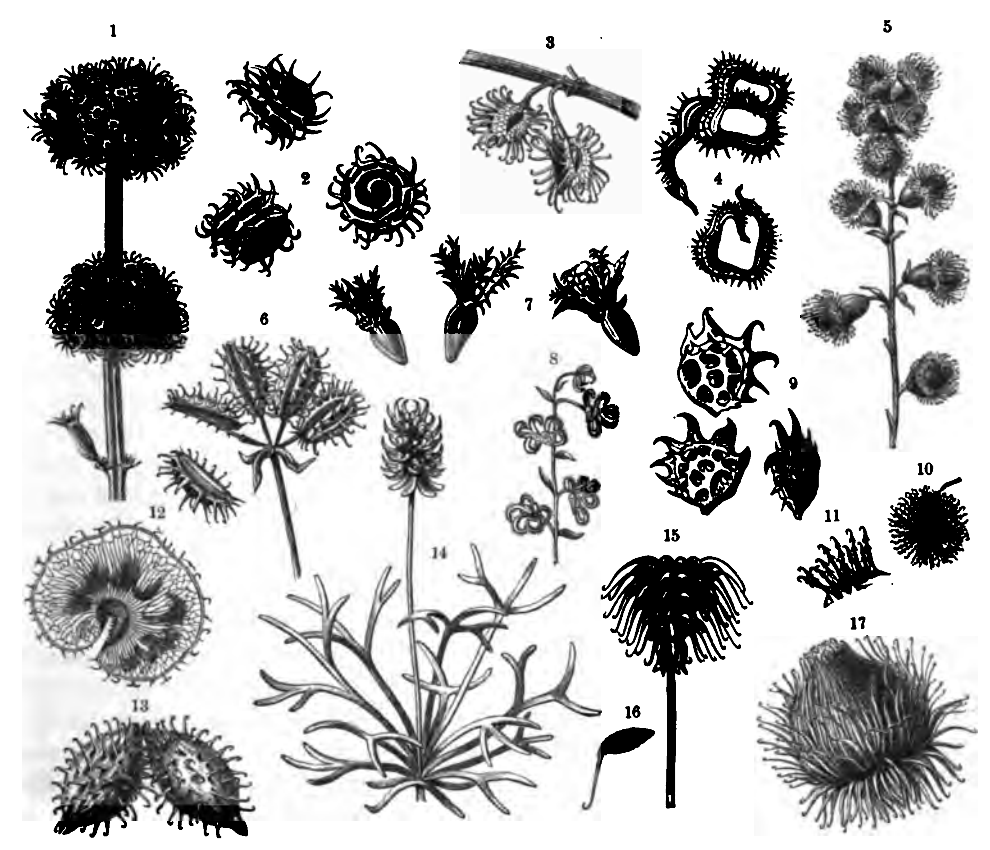
Widerhäkchen besetzt (vgl. untenstehende Abbildung, Fig. 2 und 18). In letzterem Falle werden die Widerhäkchen von besonderen steifen Borsten oder Nadeln getragen und sitzen diesen entweder an der Spitze auf, wie bei einer Harpune, oder bilden Zeilen und Längsreihen, wie an einer Hechel. Nur in wenigen Fällen (z. B. bei **Polygala glochidiata, Stellaria glochidiata** und **Villarsia nymphaeoides**) gehen diese Fortsätze, welche man unter dem Namen Hakenborsten und Hakenstacheln zusammenfaßt, von den Samen aus; meistens



Anhäkelnde Früchte: 1. Galium Aparine. — 2. Hakenborsten dieser Frucht. — 3. Hedysarum Canadense. — 4. Ein Stück der Gliederhülse dieser Pflanze. — 5. Hakenborsten von Hedysarum Canadense. — 6. Cynoglossum pictum. — 7. Hakenstacheln an den Früchten dieser Pflanze. — 8. Circaea Lutetiana. — 9. Hakenborsten an den Früchten dieser Pflanze. — 10. Torilis Anthriscus. — 11. Einzelne Frucht dieser Torilis. — 12. Gekrümmte Stacheln an dieser Frucht. — 13. Lappago racemosa. — 14. Einzelnes Fruchtährchen dieser Pflanze. — 15. Setaria verticillata. — 16. Fruchttragendes Ästchen mit Hüllborsten aus der Ähre von Setaria verticillata. — 17. Bidens bipinnata. — 18. Einzelne Frucht dieser Pflanze. — 19. Frucht der Caccinia strigosa. — 20. Hakenstacheln an der Frucht dieser Caccinia. — Fig. 2, 4, 5, 7, 9, 11, 12, 14, 16, 18 und 20 vergrößert. Vgl. Text, S. 807, 808, 810 und 811.

entspringen sie von dem Fruchtgehäuse und zwar in allen möglichen Abstufungen der Größe, von den zarten Hakenborsten an den kleinen Nüßchen des Hexenkrautes (**Circaea**; s. obenstehende Abbildung, Fig. 8 und 9) angefangen, bis zu den dicken, festen Krallen an den Früchten des afrikanischen **Harpagophyton procumbens**. Die Hakenstacheln der zuletzt genannten Früchte erreichen die Größe bekrallter Krähenfüße und sind als Plage der zahmen und wilden Wiederkäuer berüchtigt. Wenn die in Transvaal und am Oranjefluß heimischen Springböcke unversehens ihre Füße auf dieselben setzen, so werden die Hufe von den spitzen Krallen umklammert, und die armen Tiere laufen, vom Schmerze getrieben, wie rasend dahin, ohne

sich doch von den Marterwerkzeugen befreien zu können. Es dauert oft mehrere Tage, bis die Kapsel zerbricht und, morsch geworden, abfällt. Es würde übrigens zu weit führen, die zahllosen Früchte, deren Gehäuse mit Hakenborsten und Hakenstacheln besetzt sind, selbst nur oberflächlich zu schildern, und es sollen daher nur einige wenige, besonders merkwürdige Formen aufgezählt werden. Zunächst die kugeligen Kapselfrüchte von Krameria Ixina und Triumfetta Plumieri (s. untenstehende Abbildung, Fig. 10 und 11), die Schließfrüchte mehrerer Arten von Callogonium und Rumex, z. B. Rumex Burchelii (Fig. 3), weiterhin die Hülsen zahlreicher Schmetterlingsblütler (z. B. Medicago agrestis und radiata, Onobrychis



Anhäkelnde Früchte: 1. Marrubium vulgare. — 2. Medicago agrestis. — 3. Rumex Burchelli. — 4. Scorpiurus sulcata. — 5. Agrimonia odorata. — 6. Orlaya grandiflora. — 7. Pteranthus echinatus. — 8. Rochelia Persica. — 9. Onobrychis aequidentata. — 10. Triumfetta Plumieri. — 11. Hakenborsten dieser Frucht, vergrößert. — 12. Medicago radiata. — 13. Xanthium spinosum. — 14. Ceratocephalus falcatus. — 15. Geum urbanum. — 16. Einzelne abgefallene Frucht dieser Pflanze. — 17. Lappa major. Vgl. Text, S. 808 und 809.

aequidentata und Desmodium Canadense; s. obenstehende Abbildung, Fig. 2 und 9, und die Abbildung auf S. 806, Fig. 3, 4 und 5), die Nüßchen mehrerer Asperifoliaceen (z. B. Echinospermum, Cynoglossum und Caccinia; s. S. 806, Fig. 6, 7, 19 und 20), die abfallenden Stücke der Gliederhülsen von Aeschinomene patula, die Gliederschoten von Tauscheria lasiocarpa, die Spaltfrüchte einiger Arten der Gattung Asperula und Galium (z. B. Galium Aparine; s. S. 806, Fig. 1 und 2) und die Diachenien zahlreicher Doldengewächse (Caucalis, Daucus, Orlaya, Sanicula, Torilis; s. S. 806, Fig. 10, 11 und 12, und obenstehende Abbildung, Fig. 6). Viel seltener kommt es vor, daß sich die Blätter des Kelches zur Zeit der Fruchtreife krallenförmig krümmen, wie bei der Gattung Rochelia

(s. Abbildung, S. 807, Fig. 8), daß die Zähne des Fruchtkelches die Form von Hakenstacheln annehmen, wie bei Valerianella echinata und hamata, Trifolium spumosum, Ballota rupestris und Marrubium vulgare (s. S. 807, Fig. 1), daß die Achenien der Korbblütler 1, 2, 3 oder 4 den Pappus ersetzende Hakenstacheln tragen, wie bei Bidens bipinnata (s. S. 806, Fig. 17 und 18), daß die Perigonborsten mit feinen Widerhäkchen besetzt sind, wie bei Scirpus lacustris, und daß das Hypanthium einen dichten Kranz von Hakenstacheln trägt, wie bei Agrimonia (s. S. 807, Fig. 5). Für die Fälle, wo Hüllblätter in Hakenborsten oder Hakenstacheln umgewandelt sind, können Xanthium und Lappa (s. S. 807, Fig. 13 und 17) und für jene Gräser, deren Spelzen mit dergleichen Gebilden besetzt sind, Oryza clandestina, Paspalum tenue und Lappago racemosa (s. S. 806, Fig. 13 und 14) als Vorbilder dienen.

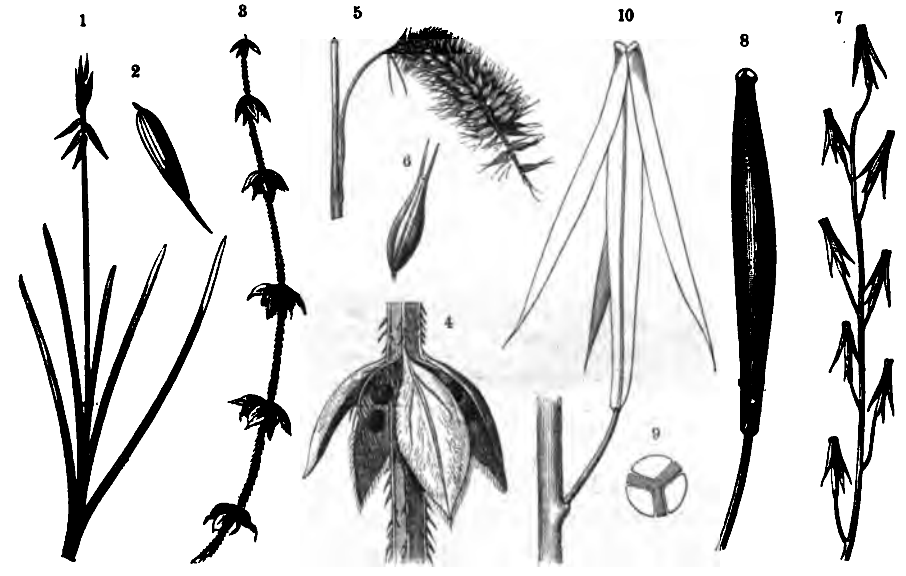
Mitunter hat die ganze Frucht das Aussehen einer Kralle oder ist mit großen Widerhaken versehen und bleibt mit diesen an den vorüberstreifenden Tieren hängen. Besonders auffallend ist diese Ausbildung an den Hülsen von Arthrolobium, Ornithopus, Biserrula, Coronilla scorpioides und Scorpiurus sulcata (s. S. 807, Fig. 4) zu sehen. Auch die Achenien mehrerer Korbblütler (z. B. Rhagadiolus stellatus und Kolpinia linearis) sind krallenförmig, und die zuletzt genannte Art trägt überdies an dem freien Ende jeder Kralle einen Kranz von gekrümmten spitzen Widerhäkchen. Bei mehreren Arten der Gattung Geum, für welche Geum urbanum (s. S. 807, Fig. 15 und 16) als Vorbild dienen kann, löst sich zur Zeit der Fruchtreife das vordere Stück des gegliederten Griffels ab, und der zurückbleibende Teil gestaltet sich zu einem, den anstreifenden Gegenständen sich anhängenden Hakenstachel. Ebenso gehen aus den Griffeln mehrerer Ranunkulaceen und Pedalinaceen hakenförmige Gebilde hervor. Von den letzteren sind namentlich die Früchte der Martynien (Martynia lutea und proboscoidea 2c.) hervorzuheben, welche sich von den zur Zeit der Reife verwesenden krautigen Stengeln ablösen und dann lose auf dem Boden liegen. Aus den Griffeln haben sich zwei lange, bogenförmige Spangen entwickelt, deren stechende, hakig gekrümmte Enden in ihrer Form an Gemshörner erinnern. Mit diesen hängen sich die merkwürdigen Früchte den Füßen vorüberstreifender Tiere an.

Während sich in diesem Falle die Griffel in Krallen umgewandelt haben, erhalten bei anderen Pflanzen die Fruchtstiele eine ähnliche Form und Bedeutung. Das ist namentlich bei Cyclamen Europaeum der Fall, dessen Fruchtstiele eine schraubige Drehung und Zusammenziehung erfahren. Ehemals glaubte man, die Bedeutung dieser seltsamen schraubigen Drehung liege darin, daß durch sie die Früchte, beziehentlich die Samen in die Erde hineingezogen werden, damit sie dort ein geeignetes Keimbett finden. Diese Annahme entspricht aber nicht der Wirklichkeit. Im Spätherbste, wenn die grünen Kapseln unter die Erde gezogen werden, sind die Samen noch unreif. Sie überwintern unter der Erde und erlangen erst im darauffolgenden Hochsommer ihre volle Reife. Nun werden sie infolge der Austrocknung und Lockerung des schraubig gedrehten Fruchtstieles wieder aus der Erde gezogen, der Fruchtstiel verwest in seinem untersten Teile, und das übrigbleibende Stück desselben stellt eine der Kapsel aufsitzende Kralle dar. Die mit Samen versehenen, noch immer mit den Samen gefüllten Kapseln liegen jetzt lose auf dem Boden und werden durch die mit den Füßen an sie anstreifenden Tiere verschleppt. Daß die Samen dieser Pflanze auch durch Ameisen verbreitet werden, wurde bereits auf S. 802 erwähnt.

Dieser merkwürdigen Fruchtform schließen sich jene an, wo die Krallen oder Hakenstacheln als metamorphosierte Ästchen oder als Teile fehlgeschlagener, auf besonderen Verzweigungen sitzender Blüten zu gelten haben. Es genügt, aus dieser Gruppe zwei Fälle besonders hervorzuheben: einmal die zu den Amarantaceen gehörige Pupalia atropurpurea, bei welcher aus den Achseln der Deckblätter kurze Ästchen entspringen, von welchen nur

einige wenige Früchte tragen, während die meisten als Hakenstacheln ausgebildet sind und einen leicht anhäkelnden und von der Hauptachse sich ablösenden Büschel bilden, und zweitens den zu den Paronychiaceen gehörigen Pteranthus echinatus (s. Abbildung, S. 807, Fig. 7), welcher in jedem Blütenstande neben der vom Kelche umschlossenen Frucht mehrere kurze Seitenzweiglein aufweist, an deren Enden nur taube Blüten mit hakenförmig gekrümmten Kelchblättern zur Entwickelung gekommen sind.

Sämtliche hier aufgezählte krallenförmige oder mit Hakenstacheln ausgestattete Früchte und Fruchtstände lösen sich von der sie tragenden Mutterpflanze leicht ab, sobald von dem Gegenstande, an den sie sich angehäkelt haben, ein Zug ausgeübt wird. Es gibt aber auch solche, wo das nicht der Fall ist, und wo die Krallen und Haken mit der Achse des



Anhäkelnde, stechende und einbohrende Früchte: 1. Carex microglochin. — 2. Einzelne Frucht dieser Pflanze. — 3. Galium retrorsum. — 4. Ein ausgeschnittenes Stengelstück dieser Pflanze. — 5. Carex Pseudocyperus. — 6. Einzelne Frucht dieser Pflanze. — 7. Triglochin palustre. — 8. Einzelne, noch unreife Frucht dieser Pflanze. — 9. Querschnitt durch diese Frucht. — 10. Einzelne reife Frucht mit gelösten Teilfrüchten. — Fig. 2, 4, 6, 8, 9 und 10 vergrößert. Vgl. Text, S. 810.

ganzen Pflanzenstockes fest verbunden bleiben, so zwar, daß bei einem von dem angehäkelten Gegenstande ausgehenden Zuge ein umfangreiches Stengelstück abgerissen, ja bisweilen die ganze entwurzelte Pflanze mitgeschleppt wird. Hierher gehören zunächst mehrere Rubiaceen, als deren Vorbild Galium retrorsum (s. obenstehende Abbildung, Fig. 3 und 4) gelten kann, dessen fruchttragender Stengel abgerissen oder entwurzelt wird, sobald er sich mit seinen widerhakigen, kurzen Borsten an ein vorüberstreifendes Tier angeheftet hat; ferner die Arten der Gattung Uncaria, deren kriechende, über den Boden ausgebreitete lange Stengel stellenweise mit Fruchtständen, stellenweise mit fehlgeschlagenen, in feste, spitze Krallen umgewandelten Blütenstielen besetzt sind. Wenn sich diese Krallen in die Füße anstreifender Tiere einhaken, so werden kürzere oder längere Stengelteile dieser Pflanze abgerissen und mit diesen auch die anhängenden Früchte verschleppt. Auch bei Specularia falcata, Valerianella echinata, Cornucopia cucullata und Ceratocephalus falcatus (s. S. 807, Fig. 14) lösen sich die Früchte nicht von den sie tragenden Stengeln, sondern wenn sich die Krallen des Fruchtstandes irgendwo an ein vorüberwandernde Tier anhäkeln, so wird bei dem nunmehr erfolgenden Zuge die ganze Pflanze entwurzelt und fortgeschleppt. Einen ähnlichen Vorgang beobachtet man, wenn Säugetiere und größere Vögel an Setaria

verticillata anstreifen, ein Gras, dessen Früchtchen von unbegrannten Spelzen umschlossen und von Hüllborsten mit sehr scharfen Widerhäkchen gestützt, eingehüllt und überragt werden (s. Abbildung, S. 806, Fig. 15 und 16). Wenn sich diese Hüllborsten einem anstreifenden Tiere angehängt haben, so werden die ährenförmigen Fruchtstände, häufig auch Stücke des Halmes, ja bisweilen sogar die ganzen entwurzelten Pflanzenstöcke mit fortgeschleppt. Daß solche Anhängsel sehr beschwerlich und lästig sind, und daß sich die betreffenden Tiere von denselben sobald wie möglich zu befreien suchen, wurde bereits zu wiederholten Malen hervorgehoben. In manchen Fällen gelingt es den Tieren, sich derselben ohne große Schwierigkeiten durch Abreiben des Pelzes an festen Gegenständen sowie durch Putzen mit den Füßen, der Schnauze oder dem Schnabel zu entledigen, mitunter haben sich aber die spitzen Krallen und Widerhaken so verkettet, verstrickt, festgeklammert, eingebohrt und eingenistet, daß die Entfernung der anhängenden Früchte schwierig von statten geht und mit großen Schmerzen für die armen Tiere verbunden ist.

Noch peinlicher für die Tiere ist die Verbreitung der Früchte mittels gerader, glatter Stacheln, welche von den Früchten ausgehen und so gestellt sind, daß sie in die Füße der darauftretenden Tiere eingebohrt werden oder in der Haut



Früchte mit nadelförmigen Fortsätzen: 1. Pedalium Murex. — 2. Tribulus orientalis.

der anstreifenden Tiere stecken bleiben. Es lassen sich von diesen Früchten zwei Gruppen unterscheiden. Erstens solche, welche zur Zeit der Reife lose auf dem Boden liegen. Dahin gehören Acicarpha, Ceratocarpus, Salsola und Spinacia, bei welchen die Zipfel des Fruchtkelches verhärten und sich in gerade abstehende Dornen umwandeln, ferner Rogeria, Pedalium und Tribulus (s. obenstehende Abbildung, Fig. 1 und 2), bei welchen die Stacheln von dem Fruchtgehäuse ausgehen. Aus der zuletzt genannten Gattung kommt eine Art (Tribulus orientalis) sehr häufig in der ungarischen Niederung vor und ist bei den dortigen Hirten berüchtigt und verhaßt. Sie hat spitze, feste, verhältnismäßig lange Stacheln an den abgefallenen Spaltfrüchten und ist nicht selten vom Flugsande so überdeckt, daß nur die Spitzen der Stacheln über denselben hervorragen (s. obenstehende Abbildung, Fig. 2). Diese Stacheln bohren sich in die Hufe und Sohlen der auftretenden Tiere tief ein, brechen bei den Reinigungsversuchen der Tiere von dem Fruchtkörper ab, bleiben in der Haut stecken und erzeugen eiternde, sehr schmerzhafte Wunden, durch welche die Tiere am Gehen verhindert werden. Für die zweite Gruppe der zum Behufe der Verbreitung mit glatten Stacheln ausgerüsteten Früchte können jene von Carex pauciflora und Trigiochin palustre (s. S. 809, Fig. 1, 2, 7, 8, 9 und 10) als Vorbild dienen. Die von einer steif aufrechten Spindel getragenen Früchte sind zur Zeit der Reife mit ihrer Spitze schräg nach abwärts gerichtet, lösen sich leicht von ihren Trägern ab und bleiben wie Nadeln in der Haut oder im Pelze der anstreifenden Tiere stecken.

Gerade und schwach gekrümmte Borsten und Stacheln können übrigens auch noch in anderer Weise bei der Verbreitung der Früchte beteiligt sein. Wenn sie reihenweise, wie die Zähne eines Kammes die Oberfläche einer Frucht besetzen, oder paarweise von derselben abstehen, wie beispielsweise bei Carex Pseudocyperus (s. S. 809, Fig. 5 und 6), so verfangen

sich an denselben die Wollhaare und feinen Federchen der anstreifenden Tiere, die Früchte lösen sich von den Stielen ab und bleiben an dem Pelze und Gefieder hängen. Dasselbe geschieht, wenn die von der Frucht ausgehenden stachelförmigen Fortsätze sich kreuzen, wie bei Pterococcus, Sycios und zahlreichen Arten der Gattung Schneckenklee (z. B. Medicago ciliaris, litoralis, sphaerocarpa, tentaculata, tribuloides), oder wenn steife Borsten unter schiefen Winkeln von der Oberfläche der Frucht oder des Fruchtkelches entspringen, wie bei Asperugo, Myosotis, Parietaria, Physocaulis und Torilis (s. S. 806, Fig. 10, 11 und 12). Bei vielen Gräsern verfangen sich die Haare der vorbeistreifenden Tiere an den Grannen, welche von der Rückseite der Spelzen ausgehen, und bei mehreren Chenopodiaceen werden die Haare des Pelzes zwischen die Nußfrucht und die sie umgebenden verhärteten Zipfel des Perigons eingeklemmt. Es ist hierzu nicht notwendig, daß die Borsten, Stacheln und Grannen spitzig und stechend sind, wohl aber ist es von Vorteil, wenn die Oberfläche dieser Gebilde, ähnlich wie bei Torilis (s. S. 806, Fig. 12), rauh oder fein gezackt ist. Hier ist auch noch zu erwähnen, daß sich die Haare, welche als Büschel und Flocken die Früchte und Samen bekleiden und als Fallschirme und Schwebevorrichtungen wirksam sind, häufig in den Haaren und Federn anstreifender Tiere verstricken und insofern bei der Verbreitung der Früchte und Samen durch die Tiere gleichfalls eine hervorragende Rolle spielen. Wenn Schafe, Ziegen, Rinder und Pferde über Gelände geschritten sind, auf welchen staudenförmige Korbblütler, strauchige Weiden und dergleichen in Frucht standen, sieht man das Haarkleid derselben regelmäßig mit solchen haarigen Früchten und Samen behaftet. Ich habe eigenhändig die Früchte und Samen der Anemone silvestris und verschiedener Arten der Gattungen Calamagrostis, Crepis, Cynanchum, Epilobium, Eriophorum, Lactuca, Lagoecia, Micropus, Populus, Salix, Senecio, Sonchus und Typha von dem Haarkleide der genannten Tiere abgenommen.

Daß solche Früchte und Samen auch an den Kleidern der Menschen hängen bleiben, wird jedermann bestätigen können, der einmal im Frühsommer durch ein aus Pappeln und Weiden gebildetes Gehölz, oder im Spätsommer durch einen mit Calamagrostis, Epilobium und Senecio bewachsenen Holzschlag sich Bahn gebrochen hat. Auch anklebende und anhäkelnde Früchte findet man nach solchen Wanderungen, mehr als einem lieb ist, an den Kleidern, und es ist vielleicht nicht überflüssig, hier zu bemerken, daß dasjenige, was im Vorhergehenden über die Verbreitung der Früchte und Samen durch die Tiere mitgeteilt wurde, auch mit Bezug auf den Menschen zu gelten hat. Natürlich ist hier nur die Verbreitung von Früchten und Samen gemeint, welche von den Menschen unabsichtlich ausgeführt wird. Die Ansiedelung von Getreide, Gemüse, Gartenblumen, Obstbäumen, Waldbäumen &c., mit anderen Worten, die absichtlich ausgeführte Verbreitung kommt hier nur insofern in Betracht, als so manche der genannten Nutz- und Zierpflanzen über den Bereich der Felder, Gärten und Forste, wo sie ausgesäet oder angepflanzt wurden, mit Hilfe ihrer natürlichen Verbreitungsmittel ohne Zuthun des Menschen sich ansiedeln, und dann auch insofern, als mit den Samen von Nutz- und Zierpflanzen nicht selten sogenannte Unkräuter eingeschleppt werden, welche sich an Stellen einbürgern, wohin sie ohne Beteiligung der Menschen kaum jemals gelangt sein würden.

Am Schlusse dieses Kapitels drängen sich folgende Bemerkungen auf: Zunächst, daß jene Einrichtungen und Ausbildungen die häufigsten sind, welche neben dem Vorteile der Verbreitung der Früchte und Samen auch noch irgend einen anderen Vorteil bieten. Am öftesten begegnet man Ausbildungen, welche zuerst als Schutzmittel der Blüten gegen unberufene Gäste aus der Tierwelt und gegen nachteilige klimatische Einflüsse, später als Verbreitungsmittel der aus den Blüten hervorgegangenen Früchte und endlich als Mittel zur Befestigung an das Keimbett und zur Förderung des Keimens eine

Rolle spielen. Daß auch solche Vorrichtungen, welche zur Verbreitung der Früchte und Samen durch den Wind, durch das Wasser und durch die Tiere zugleich geeignet sind, nicht zu den Seltenheiten gehören, geht aus den über die Haarkronen und Haarflocken gemachten Mitteilungen hervor. Von hoher Bedeutung ist auch die Beobachtung, daß die meisten, ja wahrscheinlich alle Phanerogamen eine doppelte Art der Verbreitung ihrer Früchte und Samen zeigen; die eine, welche auf größere Entfernungen berechnet, die andere, welche auf die nächste Nähe des Mutterstockes beschränkt ist. Die erstere kann stattfinden und findet thatsächlich in großartigem Maßstabe statt, aber sie ist an das Eintreten von Vorgängen in der Umgebung gebunden, auf welche die Pflanze selbst keinen Einfluß hat. Sie kann daher unter Umständen auch unterbleiben oder mit anderen Worten: Die Verbreitung auf große Entfernungen kann stattfinden, findet aber nicht notwendig statt. So wie die beste Maschine stillsteht, wenn ihre Räder nicht durch einen von außen kommenden Anstoß in Bewegung gesetzt werden, so ist auch die Ausbildung der besten Flugvorrichtungen und der kräftigsten Widerhaken erfolglos, wenn zur Zeit der Reife geflügelter Früchte andauernde Windstille herrscht, oder wenn die wandernden Tiere fehlen, welche die Verbreitung der anhäkelnden Früchte vermitteln sollten. Die Verbreitung auf geringe Entfernungen findet dagegen jedesmal statt, wenn es nicht schon früher zu einer Verbreitung auf größere Entfernungen gekommen ist. Wenn die reifen Früchte des Ahornes nicht durch einen kräftigen Windstoß in weite Ferne getragen werden, so lösen sie sich endlich von selbst ab und fallen in der nächsten Umgebung des Baumes, auf dessen Zweigen sie ausgereift sind, wirbelnd zur Erde. Wenn das Ausspritzen der Samen aus den Früchten der Spritzgurke durch die Berührung eines vorüberwandernden Tieres zu stande kommt und die ausgespritzten Samen der Haut des Tieres ankleben, so kann die Verbreitung auf meilenweite Strecken erfolgen; wenn aber der Standplatz der Spritzgurke zur Zeit der Fruchtreife von keinem Tiere betreten wird, so werden die Samen von selbst ausgespritzt, und die auf diese Weise erreichte Verbreitung beschränkt sich auf die Entfernung von einigen Schritten. Wenn die von gedrehten, krallenförmigen Stielen getragenen Früchte und Samen des Cyclamen (s. S. 808) nicht durch Tiere verschleppt werden, so bleiben sie in unmittelbarer Nähe des Mutterstockes auf der Erde liegen, und die Samen kommen dort auch zum Keimen.

Diese Beispiele, welchen sich noch viele andere anreihen ließen, zeigen, daß es sich mit den Einrichtungen zur Verbreitung der Früchte und Samen ähnlich verhält wie mit den Einrichtungen, welche die Belegung der Narben mit Pollen bezwecken (s. S. 384—389). Jede Pflanzenart zeigt in den Blüten Einrichtungen, welche auf die Kreuzung mit dem Pollen einer anderen Art oder doch eines anderen Pflanzenstockes abzielen. Haben diese Einrichtungen keinen günstigen Erfolg, dann kommen andere Einrichtungen zur Geltung, welche eine Belegung der Blüten mit eignem Pollen, eine Autogamie oder Kleistogamie im Gefolge haben. Die offenen Blüten der Viola sepincola sind auf Kreuzung durch Vermittelung der Bienen berechnet; unterbleibt diese Kreuzung und entstehen aus den oberirdischen offenen Blüten keine oberirdischen Früchte, so entwickeln sich versteckte unterirdische kleistogame Blüten, aus welchen nach der unvermeidlichen Autogamie zahlreiche keimfähige Samen hervorgehen (s. S. 388). Diese Viola sepincola mag auch als Vorbild für jene Pflanzen gelten, welche wegen ihrer unterirdisch ausreifenden und an der Stätte des Ausreifens keimenden Samen von jeher das Erstaunen der Botaniker hervorgerufen haben. Die Zahl dieser Pflanzen ist nicht gerade groß. Die bekanntesten sind: Arachis hypogaea, Cardamine chenopodiifolia. Linaria Cymbalaria, Phrynium micans, Trifolium subterraneum und Vicia amphicarpa. Würden diese Gewächse ausschließlich nur Früchte unter der Erde ausreifen oder ihre sämtlichen Früchte nach dem Ausreifen der Samen sofort unter die Erde ziehen, damit dort die Keimung und die Entwickelung neuer

Stöcke stattfinde, so würde das mit einem Verzichten auf jede weitere Verbreitung gleichbedeutend sein, und der Vorgang wäre in hohem Grade rätselhaft. Das Rätsel findet aber dadurch eine befriedigende Lösung, daß bei allen diesen Gewächsen immer auch die Möglichkeit der Verbreitung auf große Entfernungen gegeben ist, sei es in der Zeit, bevor die Früchte in der Erde geborgen werden, oder sei es durch eine zweite Form von Früchten, welche neben den unterirdischen oberirdisch zur Reife kommen und augenscheinlich auf eine weitere Verbreitung durch Tiere oder durch Luft- und Wasserströmungen berechnet sind.

Verbreitungsgrenzen.

Sorgfältige Berechnungen über die Zahl der von einigen ausgewählten Pflanzen erzeugten Samen haben ergeben, daß alljährlich im Durchschnitt ein Stock von **Sisymbrium Sophia** 730,000, von **Nicotiana Tabacum** 360,000, von **Erigeron Canadense** 120,000, von **Capsella Bursa pastoris** 64,000, von **Plantago major** 14,000, von **Raphanus Raphanistrum** 12,000 und von **Hyoscyamus niger** 10,000 Samen hervorbringt. Es kann selbstverständlich jeder dieser Samen im nächsten Jahre den Ausgangspunkt für einen neuen Stock bilden, und jeder dieser Stöcke vermag die oben angegebene Zahl von Samen neuerdings zu erzeugen. Wenn demnach ein Stock des Bilsenkrautes in einem Jahre 10,000 Samen entwickelt hat, und aus diesen im nächsten Jahre 10,000 Bilsenkrautstöcke entstanden sind, und wenn jeder Stock immer wieder 10,000 Samen ausbildet, so würden schon nach 5 Jahren 10,000 Billionen Bilsenkrautstöcke vorhanden sein. Da nun das gesamte Festland der Erde 136 Billionen Quadratmeter beträgt und auf einem Quadratmeter ungefähr 73 Bilsenkrautstöcke Platz haben, so würde, unter der Voraussetzung, daß alle ausgereiften Samen wirklich zur Entwickelung gelangen, nach 5 Jahren das ganze Festland der Erde mit Bilsenkrautstöcken überwachsen sein. **Sisymbrium Sophia** würde sogar für den Fall unbehinderter Vermehrung schon nach 3 Jahren einen Raum beanspruchen, welcher das Festland der Erde um das 2000fache übertrifft.

Einer solchen Überwucherung der ganzen Erde mit einer oder einigen wenigen Pflanzenarten sind mannigfaltige *Schranken* gesetzt. *Für Landpflanzen bildet insbesondere das die Länder trennende Meer eine wichtige Schranke.* Die Meeresengen setzen schon der schrittweisen Verbreitung ein unüberwindliches Hindernis entgegen, und weite Meere hemmen auch die durch wandernde Tiere, Wasser- und Luftströmungen vermittelte sprungweise Ausbreitung. Die Arten, welche von den über das Meer ziehenden Vögeln verschleppt werden können (s. S. 803), sind so gering an Zahl, daß durch dieselben die Verbreitung der Pflanzen im großen und ganzen nicht beeinflußt wird. Dasselbe gilt von der Verbreitung auf dem Wasserwege. Bekanntlich werden Früchte und Samen amerikanischer Pflanzen ab und zu durch den Golfstrom nach Europa geführt, und schon Linné erzählt, daß die an der norwegischen Küste gestrandeten Samen der westindischen Sinnpflanze **Entada Gingolobium** sogar zum Keimen gelangten. Daß dergleichen tropische Pflanzen schon mit Rücksicht auf das Klima im westlichen Europa sich nicht dauernd anzusiedeln vermöchten, braucht nicht erst gesagt zu werden. Indes auch von anderen amerikanischen Pflanzen, welchen das Klima kein Hindernis entgegengesetzt haben würde, kennt man keine Art, welche ohne Mithilfe des Menschen auf dem Wasserwege nach Europa gekommen wäre. Ebensowenig gelangt auf dem Luftwege jemals eine Frucht oder ein Same über den Ozean nach Europa. Amerika beherbergt eine große Zahl eigentümlicher Weiden, Korbblütler und Nachtkerzen, deren Früchte und Samen für die Luftreise vortrefflich geeignet sind, und für welche auch die klimatischen Verhältnisse Europas sehr günstig wären; dennoch ist kein einziger

Fall einer Übersiedelung solcher Pflanzen aus Amerika nach Europa durch Vermittelung des Windes vorgekommen. Die seit der Entdeckung Amerikas in Europa eingebürgerten Korbblütler und Nachtkerzen (z. B. Erigeron Canadense, Galinsoga parviflora, Solidago Canadensis, Stenactis bellidiflora, Oenothera biennis ꝛc.) wurden nachweislich auf andere Weise eingeschleppt und würden sich ohne Vermittelung des Menschen in Europa weder angesiedelt noch verbreitet haben.

Die Thatsache, daß eine ansehnliche Zahl amerikanischer Gewächse weder durch Wandervögel noch durch Luft- und Wasserströmungen, sondern nur durch Vermittelung des Menschen in Europa eine zusagende Stätte gefunden hat, ist für die hier in Rede stehende Frage auch insofern von hohem Interesse, als sie beweist, daß die durch das Meer gezogenen Verbreitungsgrenzen der Pflanzen nur zeitliche sind, d. h. daß sie nur so lange eingehalten werden, als die jetzige Verteilung von Wasser und Land unverändert bleibt. Würde eine Landbrücke zwischen Europa und Amerika entstehen, so wäre damit auch die Möglichkeit der schritt- und sprungweisen Wanderung zahlreicher Gewächse über diese Brücke gegeben, und die oben genannten Pflanzen, welche nachweislich durch Vermittelung des Menschen aus Amerika nach Europa gekommen sind, könnten dann auch ohne Beihilfe des Menschen einwandern und sich in Europa ausbreiten. Die äußeren Verhältnisse würden ihnen im mittleren Europa keine Schranke setzen, so wenig wie ihnen daselbst nach der durch den Menschen bewirkten Einschleppung eine Grenze gesetzt wurde.

Was für die Verbreitung der Landpflanzen das Meer, ist für die Verbreitung der Meerespflanzen das Festland. Je ausgedehnter das letztere, desto schwieriger der Austausch der das Meer bewohnenden Pflanzen. Aber auch diese Schranke kann nur als eine zeitliche gelten; denn würde irgendwo infolge von Senkungen des Landes eine Verbindung zweier Meere hergestellt werden, so würde dort auch die Wanderung der Meerespflanzen nicht mehr behindert sein.

Die Beschaffenheit des Bodens kann für die Pflanzen eine unbesiegbare Schranke der dauernden Ansiedelung und insofern der Verbreitung bilden. Allerwärts wechseln Plätze mit sandigem, lehmigem und felsigem Untergrunde, mit wasserhaltender, thonreicher und lockerer, das Wasser durchlassender Erdkrume. Wie verschieden sind aber die Verhältnisse, unter welchen die an solchen Plätzen angesiedelten Gewächse leben müssen! Man braucht sich nur vorzustellen, daß die Samen einer bestimmten Art über ein Gebiet mit wechselnder Bodenbeschaffenheit gleichmäßig ausgestreut würden. Dort, wo die Samen auf einen Boden gefallen sind, welcher die zum Lebensunterhalte der betreffenden Art notwendigen Eigenschaften besitzt, werden die Keimlinge festen Fuß fassen können; wo das aber nicht der Fall ist, gehen sie unvermeidlich zu Grunde. Von Milliarden keimfähiger Samen einer sumpfbewohnenden Pflanzenart, welche über ein trockenes Gelände ausgestreut werden, würde binnen Jahr und Tag keine Spur mehr aufzufinden sein. Inwiefern hierbei neben jenen Verhältnissen des Bodens, welche die physikalischen genannt werden, auch die chemischen von Bedeutung sind, und wie sich der Wettkampf der Pflanzen um den Boden in der Wirklichkeit abspielt, wurde bereits bei früherer Gelegenheit erörtert (s. S. 491). Aus diesen Bemerkungen geht übrigens auch hervor, daß die Verbreitung der Pflanzenarten selbst in einem Gebiete von geringem Umfange durch den Boden wesentlich beeinflußt wird, und daß dort die Plätze, wo eine Art gedeiht und fortkommt, durch Strecken, wo sie nicht gedeiht und fehlt, unterbrochen sein können. Die beschränkten Plätze eines Gebietes, welche für das Fortkommen einer bestimmten Art günstig sind, wo die Bedingungen für eine erfolgreiche Lebensführung und für das Festhalten an dem Grundbesitz durch die Nachkommenschaft gegeben sind, und wo die Art sozusagen einen ständigen Wohnort hat, werden Standorte genannt. Die Botaniker früherer Zeiten haben sehr viele solcher Standorte unterschieden, und

es mögen aus der Reihe derselben insbesondere folgende hervorgehoben sein: süße Quellen (fontes), Salzquellen (salina), Bäche (amnes), Gießbäche (torrentes), Flüsse (fluvii), Tümpel (stagna), Landseen (lacus), Meer (mare), Ufer der Flüsse und Seen (ripae), Küsten des Meeres (littora), Sümpfe (uliginosa), im Sommer austrocknende Sümpfe (paludes), Torfmoore (turfosa), zeitweilig überschwemmte Orte (inundata), Triften (campi), Steppen (pascua), Wüsten (deserta), sonnige Hügel (colles), steinige Orte (lapidosa), felsige Orte (rupestria), Sandboden (arena), Thonboden (argilla), Lehmboden (lutum), Schutt (ruderata). Daß infolge der Veränderungen, welche der Boden im Laufe der Zeit durch bewegtes Wasser, Verwitterung, Aufspeicherung von Humus und dergleichen erfährt, diese Standorte mannigfaltige Verschiebungen erfahren oder ganz verloren gehen können, braucht nicht näher begründet zu werden.

Den größten Einfluß auf die Verbreitung und Verteilung der Pflanzen hat das Klima. Die Länge der Tage, beziehentlich die Dauer der Beleuchtung der Pflanzen durch die Sonne, die Temperatur der Luft, des Bodens und des Wassers in den verschiedenen Jahreszeiten, die Feuchtigkeitsverhältnisse der Luft, die Menge und jährliche Verteilung der atmosphärischen Niederschläge, die Richtung und Stärke der Winde sind nicht nur im allgemeinen von höchster Bedeutung für das Pflanzenleben, sondern jeder Art entspricht auch ein ganz genau bestimmtes Maß der einzelnen klimatischen Faktoren. Hat sich irgendwo auf geeignetem Boden aus den durch das Wasser, die Luft oder die Tiere verbreiteten Ablegern oder Früchten eine Pflanzenart zu entwickeln begonnen, und wird das ihr zuträgliche Maß des Lichtes, der Wärme und Feuchtigkeit nach der einen oder anderen Richtung überschritten, so ist diese Pflanzenart an dem Abschlusse ihrer Entwickelung behindert, sie verkümmert und stirbt ab, ohne eine Nachkommenschaft zu hinterlassen. Auf diese Weise wird durch die klimatischen Verhältnisse der Verbreitung einer jeden Pflanzenart eine unerbittliche Schranke gesetzt. Dem ist noch beizufügen, daß die Schranke nach der einen Richtung durch diesen, nach der anderen Richtung durch jenen klimatischen Faktor gebildet werden kann, und daß nicht selten mehrere oder viele Zustände, welche unter dem Namen Klima zusammengefaßt werden, zugleich auf die Verbreitung der Arten Einfluß üben.

Die Grenzen, welche den Pflanzen gegen das arktische, beziehentlich antarktische Gebiet und in den Bergländern gegen die Gipfel der Hochgebirge gesetzt sind, werden durch die Abnahme der Temperatur und die zunehmende Länge des Winters bedingt; die in entgegengesetzter Richtung gezogenen Grenzen werden dadurch veranlaßt, daß bei dem Eintreten jener Temperaturen, welche die betreffenden Pflanzen zum Treiben bringen, die tägliche Lichtdauer noch zu gering ist. Durch das kontinentale Klima, welches sich durch geringe Luftfeuchtigkeit, hohe Sommertemperaturen und niedere Wintertemperaturen auszeichnet, werden jene Pflanzen zurückgehalten, welche im Sommer unter dem Einflusse der Trockenheit Schaden leiden und bei niederen Temperaturen im Winter zu Grunde gehen. Durch das Küstenklima, für welches verhältnismäßig geringe Schwankungen der Temperatur im Laufe des Jahres, vergleichsweise kühle Sommer und große Feuchtigkeit der Luft bezeichnend sind, wird die Ausbreitung jener Gewächse verhindert, deren Transpiration infolge der zunehmenden Luftfeuchtigkeit eine Beschränkung erfährt, und welche zum Ausreifen keimfähiger Samen hoher Sommertemperaturen bedürfen. Die Meteorologen haben auf besonderen Karten die Verteilung der klimatischen Faktoren in der Weise anschaulich gemacht, daß sie alle Orte mit gleicher Wintertemperatur, gleicher Sommertemperatur, gleicher Menge des jährlichen atmosphärischen Niederschlages 2c. durch Linien, welche sie Isochimenen, Isotheren, Isohyeten 2c. nannten, verbanden. Die von klimatischen Faktoren abhängige Verbreitung der Pflanzen läßt sich in ähnlicher Weise zum Ausdruck bringen, indem man alle jene Orte, an welchen irgend eine Art durch klimatische Verhältnisse zurückgehalten wird, durch

eine Linie verbindet. Solche Linien werden Vegetationslinien genannt, und wenn sie entlang dem Gehänge eines Gebirges verlaufen, pflegt man wohl auch von Höhengrenzen zu sprechen. Da jede Pflanzenart nach den verschiedenen Weltgegenden durch verschiedene klimatische Faktoren in ihrer Weiterverbreitung beschränkt wird, kann für jede Art eine nördliche, nordöstliche, östliche, südöstliche, südliche ꝛc. Vegetationslinie festgestellt werden. Wenn man aber alle diese Vegetationslinien einer Art miteinander verbindet, so ergibt sich eine in sich zurückkehrende Linie, welche Verbreitungslinie genannt wird. Diese hat in den meisten Fällen Ähnlichkeit mit einer Ellipse, deren längere Achse sich nach den Parallelkreisen richtet. Sie wird aber durch die zunächst liegenden Meeresküsten in ihrem Verlaufe nicht selten beeinflußt. Auch nahe liegende Gebirge werden mannigfache Abweichungen, zumal verschiedentliche Ausbuchtungen derselben veranlassen können.

Die Verbreitungslinie umschließt demnach den ganzen Verbreitungsbezirk, in welchem die betrachtete Art zusagende Lebensbedingungen findet, und in welchem sie thatsächlich lebt, sich erhält und vermehrt. Der letztere Umstand muß hier besonders betont werden, weil die Erfahrung gezeigt hat, daß eine Pflanzenart nicht notwendig auch an allen jenen Orten vorkommt, wo die Lebensbedingungen für sie günstig sind. Nur die Grenzlinien des Verbreitungsbezirkes werden gegenwärtig durch klimatische Verhältnisse gezogen; wie die Pflanzenart in diesen Bezirk gekommen ist, hängt dagegen nicht von dem gegenwärtigen Klima, sondern von erdgeschichtlichen Vorgängen ab, welche zu allen Zeiten Pflanzenwanderungen in großem Maßstabe veranlaßt haben. Auch wird in jedem einzelnen Falle in Frage kommen, inwieweit unter den früheren und den gegenwärtigen Verhältnissen die Verbreitungsmittel der Pflanzen zur Geltung gelangen konnten.

Die Verbreitungsbezirke sind von sehr ungleicher Größe. Manche Arten werden nur auf einem einzigen Berge, in einem einzigen Thalgrunde oder auf einem einzigen Eilande angetroffen. Sie werden als endemische Arten angesprochen. Als Beispiele solcher endemischer Arten mögen aus dem Gebiete des südlichen und mittleren Europa folgende hervorgehoben sein: **Iberis Gibraltarica** (Gibraltar), **Euzomodendron Burgaeanum** (mittleres Spanien), **Dioscoraea Pyrenaica** (mittlere und östliche Pyrenäen), **Saxifraga florulenta** (Ligurien und Piemont), **Saponaria lutea** (südwestliche Alpen), **Heracleum alpinum** (Jura), **Hieracium Grisebachii** (Ötzthal in den tiroler Zentralalpen), **Daphne petraea** (Val Vestino), **Rhizobotrya alpina** (Fassa und Belluno), **Gentiana Frölichii** (Alpen von Krain und Kärnten), **Wulfenia Carinthiaca** (Kärnten), **Sempervivum Pittonii** (Serpentinberge in Obersteiermark), **Erysimum Wittmanni** (Pieninnen), **Schiverekia Podolica** (Podolien), **Viscaria nivalis** (Rodnaer Gebirge im nördlichen Siebenbürgen), **Pedicularis limnogena** (Bihargebirge), **Hepatica Transsilvanica** (südliches Siebenbürgen), **Haberlea Rhodopensis** (Rhodopegebirge), **Jankaea Heldreichii** (Thessalischer Olymp), **Helichrysum Virginicum** (Athos), **Campanula Aizoon** (Parnaß), **Hypericum fragile** (Euböa), **Biebersteinia Orphanidis** (Kyllene), **Globularia stygia** (Chelmos), **Genista Melia** (Melos), **Cephalanthera cucullata** (Kreta), **Centaurea crassifolia** (Malta), **Petagnia saniculifolia** (Sizilien), **Lereschia Thomasii** (Kalabrien), **Batatas sinuata** (Ischia), **Helichrysum frigidum** (Gebirge auf Corsica).

Den Gegensatz zu den endemischen Arten bilden die kosmopolitischen Arten, deren Verbreitungsbezirk sich fast über alle von Pflanzen bewohnte Teile der Erde erstreckt, deren Zahl übrigens eine sehr geringe ist.

Nur endemische Arten, welche in einem eng umgrenzten Gebiete wohnen, findet man bisweilen gleichmäßig über dieses Gebiet verteilt. Viel häufiger kommt es vor, daß die Stöcke einer Art ungleichmäßig verteilt sind. Die Plätze, wo sie zahlreich nebeneinander wachsen, sind durch Strecken, wo sie fehlen und wo andere Arten von dem Boden Besitz

ergriffen haben, unterbrochen, und die Verbreitungslinie umschließt dann getrennte, oft ziemlich weit voneinander entfernte Standorte. Man pflegt in einem solchen Falle von einem **zerstückten Verbreitungsbezirke** zu sprechen. Inwieweit ein solcher durch die Verhältnisse des Bodens bedingt sein kann, wurde bereits auf S. 491—493 erörtert, und es wäre dem noch beizufügen, daß in hügeligen und gebirgigen Landschaften auch die Neigung und Richtung der Bodenoberfläche von Bedeutung sein können. Zufolge der verschiedenen Beleuchtung und Erwärmung, welche der Boden an den nord- und südseitigen Gehängen erfährt, ergeben sich nicht selten auf demselben Berge Abweichungen in den Temperatur- und Feuchtigkeitsverhältnissen, welche den Abweichungen eines Breitengrades auf ebenem Lande entsprechen. Auch die Unterschiede in den meteorologischen Zuständen der östlichen und westlichen und vornehmlich der südöstlichen und südwestlichen Gehänge eines und desselben Berges sind viel größer, als gemeinhin geglaubt wird, und man kennt z. B. Arten, welche in einem bestimmten Landstriche immer nur auf den südöstlichen, und andere, welche stets nur an den südwestlichen Gehängen ihre Standorte haben.

Es wurde bereits erwähnt, daß die erdgeschichtlichen Vorgänge und die mit ihnen verbundenen Veränderungen des Klimas auf die Wanderungen der Pflanzen, beziehentlich auf die Verschiebungen der Verbreitungslinien zu allen Zeiten einen wichtigen Einfluß ausgeübt haben. Wenn sich irgendwo eine Änderung vollzieht, der zufolge unter dem 48.° nördl. Breite klimatische Verhältnisse zur Geltung kommen, welche bisher unter dem 46.° nördl. Breite maßgebend waren, so werden sich jene Pflanzenarten, die bisher an dem 46.° eine nördliche Grenze fanden, über diese Grenze hinaus an den geeigneten Standorten ansiedeln können, und es wird über kurz oder lang die nördliche Vegetationslinie der betreffenden Pflanzenarten nach Norden vorgeschoben sein. Anderseits werden sich jene Arten, welchen die Verhältnisse unter dem 48.° nördl. Breite bisher zusagten, die aber dort unter den geänderten Lebensbedingungen nicht mehr gut gedeihen, an besser geeigneten Standorten des weiter nordwärts gelegenen Gebietes ansiedeln, wodurch die südliche Vegetationslinie dieser Arten eine Verschiebung nach Norden erfährt. Auch die östlichen und westlichen Vegetationslinien können, entsprechend den Veränderungen des kontinentalen Klimas in ein Küstenklima und umgekehrt, Veränderungen in ihrer Lage erleiden. Bald werden diese Verschiebungen den Eindruck des Vordringens, bald den des Zurückziehens machen, in allen Fällen wird aber die Verlegung der Wohnbezirke als eine Übersiedelung, als eine **Wanderung** der betreffenden Pflanzenarten erscheinen.

Diese von dem Einflusse des Menschen unabhängigen Pflanzenwanderungen vollziehen sich so langsam oder so schnell wie die Veränderungen des Klimas, durch welche sie veranlaßt werden. Bei jenen Arten, welche zur gedeihlichen Lebensführung an bestimmte Standorte gebunden sind, kann die Übersiedelung selbstverständlich nur sprungweise erfolgen. Auch das Zurückweichen kann bei solchen Arten nicht gleichmäßig stattfinden.

Die zahlreichen Standorte, welche eine Art innerhalb ihres Verbreitungsbezirkes bewohnt, stimmen in den für das Pflanzenleben maßgebenden Verhältnissen kaum jemals vollständig überein. Einige Standorte sind vor den anderen durch die besonders günstige Lage ausgezeichnet. An diesen entwickelt sich die in Frage kommende Art am kräftigsten, und dort findet auch die ausgiebigste Vermehrung derselben statt. Für den Fall einer Veränderung des Klimas bleibt sie dort auch am längsten zurück, und während sie an hundert anderen Standorten in der Umgebung längst ausgestorben ist, kann sie sich an solchen vereinzelten Standorten selbst unter gründlich veränderten klimatischen Verhältnissen der Umgebung erhalten. **Ist die Art während der klimatischen Veränderungen in ein benachbartes Gebiet übergesiedelt und hat sie sich dort einen neuen Verbreitungsbezirk begründet, so erscheinen die Standpunkte, wo sie zurückgeblieben ist,**

wie verlorene Posten, gleichsam abgerissen von dem Hauptverbreitungsbezirk, oder wie Inseln, welche einem Kontinente vorgelagert sind. Solche Vorkommnisse sind nichts weniger als selten, und man kann aus ihnen nicht nur auf die früheren Zustände der Pflanzenwelt, sondern auch auf die ehemals herrschenden klimatischen Verhältnisse und, was besonders wichtig ist, auch auf die Richtungen, welche seinerzeit bei den Pflanzenwanderungen eingehalten wurden, Schlüsse ziehen. Es wird sich in dem letzten Kapitel dieses Buches noch Gelegenheit bieten, auf diese merkwürdigen Fälle zurückzukommen.

Als sehr bemerkenswerte Erscheinung ist hier noch zu verzeichnen, daß sich häufig die einer Gattung angehörenden sogenannten „kleinen Arten" (s. S. 570) in benachbarten klimatischen Zonen und Regionen vertreten und ersetzen. Jedem Beobachter dieser Erscheinung drängt sich zuerst der Gedanke auf, daß die Verschiedenheiten der Gestalt, welche die in den benachbarten Gebieten verbreiteten kleinen Arten aufweisen, durch die abweichenden klimatischen und Bodenverhältnisse dieser Gebiete unmittelbar veranlaßt seien, und die Botaniker früherer Zeiten waren allgemein dieser Ansicht. Auch heute huldigt die Mehrzahl der Fachmänner der Meinung, daß eine Pflanzenart, wenn sie auf ihrer Wanderung in ein Gebiet gelangt, das von dem bisher bewohnten in klimatischer Beziehung abweicht, sich den neuen klimatischen Verhältnissen anpassen könne, daß diese Anpassung als Veränderung der Gestalt zum Ausdrucke komme, daß diese Veränderung sich erblich in der Nachkommenschaft erhalte und daß auf diese Weise neue Arten entstehen. Diese vorgefaßte Meinung wurde aber durch die Ergebnisse der eigens angestellten Versuche nicht bestätigt. Es ist weder gelungen, die verschiedenen kleinen Arten, wenn sie unter gleichen Lebensbedingungen gepflegt wurden, gleichzumachen, noch trat die erwartete Formwandlung ein, wenn eine dieser Arten unter jene anderen äußeren Verhältnisse gebracht wurde, welche man als die Ursache der abweichenden Gestalt ansah. Entweder siechten die unter andere Verhältnisse gebrachten Arten dahin und gingen, ohne Nachkommenschaft zu hinterlassen, zu Grunde, oder es traten jene Veränderungen der Gestalt ein, welche man als Variationen zu bezeichnen pflegt (s. S. 501—507). Diese Veränderungen erhielten sich aber nicht in der Nachkommenschaft, sie wurden nicht erblich, und niemals ist aus einer durch die klimatischen und Bodenverhältnisse veranlaßten Variation eine kleine Art entstanden. Jene Merkmale, welche sich erblich erhalten und das Wesen der Art ausmachen, können daher auch bei den kleinen Arten nur auf dem Wege der Kreuzung aufgetreten sein. Wenn die Merkmale, welche als Ergebnisse der Kreuzung in Erscheinung traten, mit den klimatischen Verhältnissen irgend eines Gebietes in Einklang standen, so war dadurch auch die Erhaltung des Trägers dieser Merkmale gesichert. Derselbe konnte sich mittels seiner Nachkommenschaft einen Verbreitungsbezirk schaffen, der genau so weit wie die maßgebenden klimatischen und Bodenverhältnisse reichte. Die beiden alten Arten, welchen die neue Art entsprungen ist, können in der Nachbarschaft noch vorhanden sein; möglicherweise hat sich aber nur eine derselben erhalten, und es ist auch der Fall denkbar, daß beide ausgestorben sind. Man darf bei diesen Erwägungen nicht vergessen, daß das Alter der meisten Arten ein viel höheres ist, als man früher annehmen zu können glaubte, daß seit ihrer Entstehung bei den meisten Pflanzenarten wiederholte Verschiebungen der Wohnbezirke stattgefunden haben, daß bei diesen Verschiebungen die entwickelungsgeschichtlich verketteten, einem Stamme angehörenden Arten oftmals auseinander gerückt und getrennt wurden und daß ein Teil derselben untergegangen und vom Schauplatze verschwunden ist.

Solange die in benachbarten Zonen und Regionen entwickelten Verbreitungsbezirke der Pflanzen sich nicht berühren, ist die Kreuzung der Bewohner dieser Bezirke ausgeschlossen oder doch sehr erschwert, und selbst kleine Arten erhalten sich unter solchen Umständen im

Bereiche ihrer Wohnbezirke unverändert mit ihren spezifischen Merkmalen in der Nachkommenschaft. Aber auch dann, wenn die Verbreitungsbezirke benachbart sind und in dem räumlichen Abstande kein Hindernis der Kreuzung für die Bewohner dieser Bezirke liegen würde, können sich zwei oder mehrere Arten scharf abgegrenzt nebeneinander erhalten, und zwar dadurch, daß sie in verschiedenen Zeiten zur Blüte gelangen. Wenn die eine Art schon abgeblüht ist, während die andere erst zu blühen beginnt, so kann eine Kreuzung derselben in der freien Natur nicht stattfinden. Diese Verhinderung der Kreuzung, welche Asyngamie genannt wurde, ist die Ursache, daß sehr ähnliche Arten bisweilen knapp neben- und untereinander wohnen, ohne Bastarte bilden zu können, demzufolge sich auch keine neuen Zwischenformen einstellen. Wenn Aster Amellus zu blühen beginnt, ist an demselben Orte der ähnliche Aster alpinus bereits abgeblüht, wenn Solidago Virgaurea die ersten Blüten entfaltet, sind an der gleichen Stelle die Blüten der ähnlichen Solidago alpestris schon in Frucht übergegangen. Man findet darum dergleichen asyngamische Arten, auf welche bereits auf S. 504 hingewiesen wurde, auch an jenen Stellen, wo sich ihre Verbreitungsbezirke unmittelbar berühren, ja selbst dort, wo sie ineinander greifen und wo die verschiedenen kleinen Arten durcheinander wachsen, in ihren spezifischen Merkmalen in der Nachkommenschaft unverändert erhalten.

Pflanzengenossenschaften und Floren.

Wo das Walten der Natur durch die Eingriffe der Menschen keine Störung erfährt, vereinigen sich die Pflanzenarten zu Genossenschaften[1], deren jede als eine besondere Erscheinungsform im Landschaftsbilde hervortritt. In mannigfaltiger Weise verteilt und aneinander gereiht, verleihen diese Genossenschaften dem Gelände, auf dem sie vorkommen, gleich den Zügen im Antlitze des Menschen, ein bestimmtes Gepräge. Die Arten, aus welchen sie bestehen, können den verschiedensten Pflanzenstämmen angehören. Der Grund des Zusammenlebens liegt eben nicht in der Abstammung, sondern in der Beschaffenheit des Wohnortes. Das, was sie zu Genossen macht, sind nicht verwandtschaftliche Beziehungen, sondern gemeinsame Lebensbedürfnisse. Es mag vielleicht richtig sein, daß unter den vielen tausend die Erde bevölkernden Pflanzen nicht zwei sich finden, deren Anforderungen in betreff der Stärke und Dauer der Beleuchtung, des Zusammentreffens der täglichen Lichtdauer mit bestimmten Wärmesummen, der Zusammensetzung und Menge der an der Wohnstätte vorhandenen aufgeschlossenen Nährsalze, der Feuchtigkeit der Luft und des Bodens sowie der Form, Dauer und jährlichen Verteilung der atmosphärischen Niederschläge vollständig miteinander übereinstimmen. Das schließt aber nicht aus, daß an bestimmten Orten ähnlichen Anforderungen entsprochen werden kann, und daß verschiedene Arten, wenn ihre Bedürfnisse ähnlich sind, in geselligem Vereine ungestört neben- und miteinander gedeihen, gerade so, wie in einer Stadt oder in einem Hause Menschen zusammenwohnen, welche zwar nicht die gleichen Gewohnheiten und ebensowenig vollkommen übereinstimmende Bedürfnisse haben, aber doch eine Genossenschaft bilden, welche Bestand hat und gedeiht, und in der sich jeder einzelne wohl fühlt, weil sie auf gemeinsamen, den örtlichen Verhältnissen entsprechenden Satzungen beruht. Es ist auch nicht ausgeschlossen, daß durch das Zusammenleben jedem einzelnen ein Vorteil erwächst, daß sich die Genossen in ihrer Lebensführung gegenseitig unterstützen, ja daß sie geradezu aufeinander angewiesen sind.

---

[1] Vgl. A. Kerner von Marilaun, „Österreich-Ungarns Pflanzenwelt" in „Die Österreichisch-Ungarische Monarchie in Wort und Bild", Bd. I, S. 185 (1887).

Die Erkenntnis der im Reiche der Pflanzen vorkommenden Genossenschaften ist in vielfacher Beziehung von großer Bedeutung. Sie gewährt einen tiefen Einblick nicht nur in die gegenseitigen Beziehungen der verschiedenen, durch gemeinsame oder ähnliche Lebensbedürfnisse vereinten Arten, sondern auch in den Zusammenhang des Pflanzenlebens mit den örtlichen, klimatischen und Bodenverhältnissen. Man kann wohl sagen, daß in den verschiedenen Zonen und Regionen unserer Erde das Klima und die Beschaffenheit des Bodens durch keine andere Erscheinungsform so treffend zum Ausdrucke kommen wie durch die Pflanzengenossenschaften, und es bildet darum die Feststellung und Schilderung derselben auch einen wichtigen Teil der Erdbeschreibung. Bisher wurde hierauf allerdings nur von wenigen Forschern und auch von diesen nur in bescheidenem Maße Rücksicht genommen, was zum Teile darin seine Erklärung findet, daß zur Feststellung und Schilderung der Pflanzengenossenschaften umfassende Kenntnisse aller in den untersuchten Gebieten gedeihenden Pflanzenarten notwendig sind, und das Erwerben solcher Kenntnisse infolge des Überwiegens anderer botanischer Richtungen in den letzten Jahrzehnten sehr vernachlässigt wurde. Zum Teile trägt an den geringen Fortschritten unseres Wissens in der angedeuteten Richtung auch der Umstand bei, daß sich eine einheitliche Methode der Untersuchung, Beschreibung und Bezeichnung der Pflanzengenossenschaften bisher nicht Bahn zu brechen vermochte.

Was jedem, der sich mit diesen Fragen beschäftigt, sofort auffällt, ist, daß sich an der Zusammensetzung der Genossenschaften die Pflanzenarten in sehr ungleicher Weise beteiligen. Gewisse Arten herrschen in betreff der Individuenzahl vor, sie sind in der Genossenschaft tonangebend und bilden das Grundgewebe der ganzen Pflanzendecke, während die anderen nur vereinzelt auftreten und den Eindruck machen, als wären sie in das Grundgewebe eingeschaltet und eingesprengt. Daß sich als vorherrschende Arten insbesondere jene benehmen, in deren Natur es liegt, umfangreiche Bestände zu bilden, versteht sich von selbst, und es ist hervorzuheben, daß insbesondere jene am meisten hervortreten, welche in truppförmigen Beständen gedeihen.

Mit Rücksicht auf die in Band I des „Pflanzenlebens“ ausführlich erörterte Abhängigkeit der Pflanzengestalt von Klima und Boden möchte man erwarten, daß sämtliche unter gleichen Bedingungen lebende Pflanzen auch ein gemeinsames Gepräge zeigen würden. Diese Erwartung bestätigt sich aber nur an den vorherrschenden Arten. Die eingesprengten Arten können sowohl von den vorherrschenden als untereinander recht auffallend abweichen. Einer der häufigsten Gründe für dergleichen Verschiedenheiten der Gestalt ist, daß die eingesprengten Mitglieder der Genossenschaft zu verschiedenen Zeiten knospen, blühen und fruchten, und daß die eine Art den Verhältnissen des Frühlinges, die andere jenen des Sommers, die dritte jenen des Herbstes angepaßt ist. Auch kommt es vor, daß die Nachbarn durch die verschiedene Gestalt ihrer Stengel, ihres Laubes und ihrer Blüten sich gegenseitig gewisse Vorteile bringen. Wenn eine Art der anderen zur rechten Zeit den nötigen Schatten bietet, wenn sie ihr als Stütze zum Emporklettern dient, wenn die eine Art durch die andere gegen den heftigen Anprall des Windes geschützt wird, wenn durch den Kontrast der Blütenfarben an benachbarten Arten der Besuch der Insekten begünstigt erscheint, oder wenn sich die Nachbarn in irgend einer anderen Weise in ihrer Lebensführung gegenseitig helfen und unterstützen, so ist das nicht nur kein Nachteil für die Genossenschaft, sondern trägt wesentlich zur Sicherung und Erhaltung derselben bei. Auf den Gesamteindruck, welchen eine Genossenschaft hervorbringt, haben übrigens die Verschiedenheiten der eingesprengten Arten keinen wesentlichen Einfluß. Die äußere Erscheinung einer Genossenschaft hängt nur von den vorherrschenden, tonangebenden Arten ab. Diese sind es, deren eigentümliches Gepräge auf die ganze Genossenschaft

übertragen wird, und welche den Gesamteindruck der Genossenschaft bestimmen.

Für die wissenschaftliche Feststellung, Einteilung und Benennung der Genossenschaften ist dieses Ergebnis sehr wichtig und maßgebend. Die bestandbildenden, tonangebenden Arten haben nicht nur den Ausgangspunkt und die Grundlage für die Beschreibung der einzelnen Genossenschaften zu bilden, sondern ihre äußere Erscheinung bildet auch den wichtigsten Anhaltspunkt, um die vielen verschiedenen Genossenschaften, welche sich in der gegenwärtigen Weltperiode herausgebildet haben, in Gruppen von ähnlichem Ausdrucke übersichtlich zusammenzustellen. Langjährige eingehende Studien in der freien Natur haben zur Feststellung nachfolgender neun Gruppen geführt:

I. Wälder. Tonangebend sind Gewächse mit Pfahlstämmen (s. Band I, S. 671). Es entspricht der volksüblichen Vorstellung des Waldes, daß die seinen Unterbau bildenden Stämme bis zu einer gewissen Höhe ast- und blattlos seien. Reicht diese Höhe nicht viel über die eines Mannes hinaus, so spricht man von einem Buschwald oder Busch; erscheinen die Pfahlstämme bis zu bedeutenderer Höhe ast- und blattlos, so wird die Genossenschaft Hardtwald oder Hardt genannt. Man könnte die beiden Waldformen auch Nieder- und Hochwald nennen, wenn diese beiden Ausdrücke nicht in forstlicher Beziehung längst eine andere Bedeutung erlangt hätten, und wenn nicht der Umstand dagegen spräche, daß auch die Hochwälder in ihren jugendlichen Entwickelungsstufen einmal Niederwälder waren. Sind die Bestandteile des Waldes einander so nahe gerückt, daß sich die Äste oder Blätter der Krone berühren und eine Art Dach bilden, so wird der Wald geschlossen genannt. Sind dagegen die Bestandteile des Waldes derartig geformt und so locker gestellt, daß die Sonnenstrahlen ungehindert zwischen ihnen den Boden erreichen, so wird er als ein lichter angesprochen.

II. Struppe. Tonangebend sind Gestrüppe, d. h. Bestände aus Sträuchern, Halbsträuchern und Nopalen, welche niemals einen Pfahlstamm bilden und selbst in vollkommen ausgewachsenem Zustande vom Grunde aus verästelt und verzweigt sind. Von den aufrechten Struppen, welche die Höhe von 2—3 m erreichen, bis zu jenen, deren Stämme dem Boden aufgelagert sind, und deren holzige Zweige sich nur wenige Dezimeter über den Boden erheben, ist ein ganz allmählicher Übergang nachweisbar. Die letzteren, für welche der Bestand aus Azalea procumbens (s. Band I, Tafel bei S. 278) als Vorbild dienen kann, werden nicht unpassend auch Teppiche genannt. Es liegt in der Natur der Sträucher und Halbsträucher, daß sie Dickichte bilden. Die meisten höheren Struppe, auf welche die Hand des Menschen nicht umändernd eingewirkt hat, sind undurchdringlich. An eigentümlichen Standorten und unter gewissen alljährlich wiederkehrenden Einflüssen können Holzpflanzen, welche für gewöhnlich baumförmig werden und Pfahlstämme entwickeln, niedrig bleiben und die Form hoher Sträucher annehmen. So z. B. bildet in den Alpen infolge der Belastung mit mächtigen Schneeschichten in der Nähe der Baumgrenze sowie in den Thalmulden, wo fast alljährlich Lawinen in die Tiefe gehen, die Rotbuche Bestände von dem Ansehen hoher Struppe. Dieselben sind aber nichtsdestoweniger als Wälder aufzufassen, welche durch besondere Einflüsse auf der Stufe des Niederwaldes längere Zeit erhalten bleiben. Würden die besagten Einflüsse aufhören, so würde sich an der betreffenden Stelle alsbald ein Wald mit Pfahlstämmen erheben.

III. Fluren. Tonangebend sind Gestäude, d. h. Bestände aus reichblühenden Stauden und Kräutern (s. Band I, S. 673). Die Form, Richtung und Verzweigung der oberirdischen, krautigen Stengel tritt stets deutlich hervor und ist selbst dann noch zu erkennen, wenn die Laubblätter einen bedeutenden Umfang besitzen. Von dem Gestäude aus Disteln und Doldenpflanzen in den Steppen, welche die Höhe von 2 m erreichen, bis zu den Beständen aus den



Bambuswald auf Ceylon. (Nach der Natur von v. Königsbrunn.) Vgl. Text, S. 834.



Mangrovenwald in Vorderindien. (Nach der Natur von v. Ransonnet.) Vgl. Text, S. 826.

kaum 2 cm hohen Stauden auf den Geröllhalden der Hochgebirge (s. die Tafel „Alpenleinkraut [Linaria alpina] im Kalkgerölle“ bei S. 169), gibt es unzählige Abstufungen. Eine scharfe Grenze ist zwischen denselben nicht zu ziehen. Ebensowenig lassen sich die Fluren, in welchen das Gestäude, und jene, in welchen das Gekräut (Bestände aus Kräutern) vorherrscht, scharf auseinanderhalten. In manchen Fällen scheint es aber doch passend, Hochfluren und Niederfluren, Staudenfluren und Kräuterfluren zu unterscheiden. Die Alten haben die Fluren, welche vorherrschend aus einjährigen Kräutern zusammengesetzt sind, Jöte genannt.

IV. Spreite. Tonangebend sind Gewächse mit gänzlich unter der Erde verlaufenden oder doch nur wenig über dieselbe sich erhebenden Stämmen, von deren Enden gehäufte Wedel, Blattäste oder Laubblätter mit großen Spreiten ausgehen. Die Wedel, Blattäste und Laubblätter verdecken diese Stämme vollständig, und die Form, Richtung und Verzweigung der letzteren tritt daher auch niemals deutlich erkennbar hervor. Die aus Wedeln gebildeten Spreite entbehren der Blüten. Wenn an der Bildung des Spreites Blütenpflanzen beteiligt sind, so haben diese entweder vorläufige Blüten, welche zur Zeit der Entwickelung des Geblättes schon in Frucht übergegangen und später spurlos verschwunden sind (z. B. Saxifraga peltata, Tussilago, Petasites), oder die Blüten sind so vereinzelt zwischen den unzähligen großen Laubblättern, daß sie eine wesentliche Änderung in dem Gesamtbilde der Genossenschaft nicht hervorbringen (z. B. Funkia, Nelumbo; s. Abbildung, S. 679) und die meisten Aroideen (s. die Tafel „Aroideen im brasilischen Urwalde“ bei S. 726). Eine besondere Form des Spreites beobachtet man auf der Oberfläche stehender und ruhig fließender Gewässer. Die scheibenförmigen Laubblätter und Phyllokladien liegen dem Wasserspiegel auf und bilden einen Überzug desselben ähnlich einer Tapete. Man könnte sie Tapetenspreite nennen. Nach der Höhe der Stiele, von welchen die Blattflächen getragen werden, ließen sich noch Hoch- und Niederspreite und nach der Größe der Blattflächen und Phyllokladien Groß- und Kleinspreite unterscheiden. Für die Großspreite sind jene aus Seerosen, für die Kleinspreite jene aus schwimmenden Wasserlinsen als Beispiele hervorzuheben.

V. Wuste. Tonangebend sind bestandbildende Wasserpflanzen mit untergetauchten Stengeln und Laubblättern oder stengelförmigem und laubförmigem Lager. Bald herrschen Formen mit laubartigem Lager und langen bandförmigen schlaffen Laubblättern vor, bald wieder solche, welche das Ansehen unter Wasser gesetzter belaubter oder entblätterter Sträucher besitzen, sich aber von wirklichen Sträuchern durch den Mangel verholzter Teile unterscheiden. Auch Arten, deren Lager oder deren Laubblätter in lange, schmale Zipfel gespalten sind, und solche, deren Lager eine wirtelige Verzweigung zeigt, können bestandbildend auftreten. Je nach dem Vorherrschen der einen oder anderen kann man von den Wusten verschiedene Unterabteilungen bilden.

VI. Riede. Tonangebend sind Bestände aus trupp- oder rasenförmig wachsenden Pflanzen mit halm- oder schaftförmigen, nicht verholzten Stengeln. Die Stengel entbehren der Laubblätter (Schachtelhalme, Binsen, Simsen ꝛc.), oder sie sind mit langen, schmalen Blättern besetzt. Von den in mächtigen Rasen wachsenden Arten erheben sich Halme, deren Blätter nicht auffallend hervortreten, während die truppbildenden Arten vorwaltend Halme und Schäfte entwickeln, welche reich beblättert sind. Für erstere können die rasenbildenden Riedgräser, für letztere die rohrartigen Gewächse als Vorbild dienen. Die Riede finden sich sowohl auf sumpfigem als auf trockenem Boden entwickelt, letzteres namentlich in den Tropen und in den Steppengebieten.

VII. Matten. Tonangebend sind niedere, ausdauernde Pflanzen, welche in dichtem Schlusse mattenförmig den Boden überziehen. Wenn Gewächse mit schmalen, steifen, grasartigen Blättern vorherrschen, wird die Genossenschaft Wasenmatte oder Wasen, wenn

Gewächse, die einen weichen, schwellenden Überzug des Bodens bilden, tonangebend auftreten, Vliesmatte oder Vlies genannt. Mit Rücksicht auf die besonders auffallend hervortretenden Bestandteile spricht man auch von Grasmatten, Kräutermatten und Moosmatten. Die Matten können ebensowohl auf trockenem wie auf sumpfigem Boden entwickelt sein. Bisweilen beschränken sie sich auf die nächste Umgebung der Quellen oder bilden nur den Überzug von Felsplatten, doch findet man sie auch über weite Berggehänge und in umfangreichen Niederungen ausgebildet. Sie gehören insbesondere den Hochgebirgen und dem arktischen Gebiete an.

VIII. Schorfe. Tonangebend sind Lagerpflanzen, welche im Zustande der Trockenheit oder infolge der Verkalkung starr und spröde werden. Die aus diesen Gewächsen zusammengesetzten Bestände bilden entweder feste Bänke und Riffe, oder sie stellen sich als eine lockere Decke des Bodens dar und werden dann Raudenschorfe genannt. Häufig erscheinen sie als krustenförmige Überzüge des felsigen, erdigen oder sandigen Bodens und werden dann als Krustenschorfe angesprochen. Sie entwickeln sich sowohl in der Luft als unter Wasser.

IX. Filze. Tonangebend sind Pflanzen, deren Lager aus zarten, mehr oder weniger verstrickten Fäden besteht. Sie erfüllen die Gewässer bald als Flocken, bald als zusammenhängende verfilzte Massen, oder bilden auf Steinen und Erde dünne Überzüge, welche durch ihre eigentümliche Farbe schon von fern auffallen.

Bei der Wahl von Namen für die aufgezählten neun Ordnungen der Genossenschaften wurde von allen Bezeichnungen abgesehen, welche sich auf bestimmte Pflanzenstämme, Pflanzenfamilien oder -Gattungen beziehen, da die Entstehung der Genossenschaften mit der Stammverwandtschaft der Pflanzen nichts gemein hat (s. S. 819). Ebensowenig konnte auf die Standorte oder auf die Zonen und Regionen, welchen die Genossenschaften angehören, Rücksicht genommen werden. Anders verhält es sich mit der Benennung der einzelnen Genossenschaften, welche den aufgezählten Ordnungen angehören. In dieser Beziehung ist die Anwendung von Namen, welche sich auf Standorte, Zonen und Regionen beziehen, oder welche den in der betreffenden Genossenschaft vorherrschenden Arten, Gattungen und Familien zukommen, unvermeidlich, ja geradezu geboten. Es empfiehlt sich überhaupt, hier dieselbe Nomenklatur in Anwendung zu bringen, welche sich in allen anderen beschreibenden Naturwissenschaften am besten bewährt hat, nämlich jede Genossenschaft mit zwei Namen zu bezeichnen, von welchen der eine angibt, welcher Ordnung der Genossenschaften die in Betracht gezogene angehört, während der andere besondere Eigentümlichkeiten derselben anzeigt.

Bei dem gegenwärtigen Stande unserer Kenntnisse ist es unmöglich, auch nur annähernd die Genossenschaften zu nennen, in welche sich die vielen tausend die Erde bevölkernden Pflanzenarten zusammengeschart haben. Indes scheint es doch am Platze, einige Andeutungen in dieser Beziehung zu geben und auf die besonders auffallenden Genossenschaften aufmerksam zu machen.

Selbstverständlich beanspruchen die durch ihre Massenhaftigkeit hervortretenden Wälder das größte Interesse, und es ist begreiflich, daß diese von jeher am eingehendsten untersucht und durch Schilderungen, Beschreibungen und Abbildungen festgehalten wurden. Im Hinblicke auf die in den Genossenschaften alleinherrschenden oder vorherrschenden Arten sind vor allen die sommergrünen und immergrünen Nadelwälder zu unterscheiden. Für die ersteren kann der Lärchenwald (s. Abbildung, S. 477) als Vorbild dienen. Von den immergrünen gibt es eine überaus große Zahl, da die meisten baumförmigen Nadelhölzer in geschlossenen Beständen wachsen. In Band I des „Pflanzenlebens“ erscheint auf S. 385 ein Fichtenwald und auf S. 677 ein Tannenwald, in Band II auf S. 639 ein Föhrenwald und auf S. 640 ein Arvenwald abgebildet. Die Laubwälder werden gleichfalls als sommergrüne

und immergrüne unterschieden. Unter den sommergrünen sind in der nördlich gemäßigten Zone die Buchenwälder (s. S. 707), Birkenwälder (s. Band I, S. 680) und Eichenwälder (s. Band I, S. 676) wegen ihres eigentümlichen Gepräges besonders hervorzuheben. Die immergrünen Laubwälder sind vornehmlich in den tropischen und subtropischen Gebieten in großer Mannigfaltigkeit entwickelt. Den tropischen Gebieten gehören auch noch zahlreiche andere Wälder von eigentümlichem Gepräge an, so z. B. der Euphorbienwald (s. Band I, Tafel bei S. 302), der Casuarinenwald, der Bambuswald (s. Band I, S. 674), der Mangrovenwald (s. Band I, S. 564 und 716) und der Palmenwald (s. Band I, Tafel bei S. 672). Von den drei zuletzt genannten sind auf S. 822 und S. 823 und auf der beistehenden Tafel „Kokospalmenwald auf Ceylon" treffliche, von den Künstlern nach der Natur in den Tropen angefertigte Abbildungen eingeschaltet.

Die Struppe, welche sozusagen eine Wiederholung der Wälder im kleinen sind, müssen auch in ähnlicher Weise gruppiert werden. Man unterscheidet Struppe, in welchen die vorherrschenden oder alleinherrschenden Sträucher und Halbsträucher des Laubes entbehren, und solche, in welchen sie belaubt sind. Unter den bestandbildenden Gewächsen der ersten Abteilung spielen insbesondere die Rutensträucher und gewisse Nopale eine hervorragende Rolle (s. Abbildung, Band I, S. 305, und Tafel bei S. 415). Die bestandbildenden Gewächse der zweiten Abteilung sind entweder immergrün oder sommergrün. Die immergrünen sind mit nadelförmigen oder schuppenförmigen, den Zweigen anliegenden Blättern besetzt (strauchartige Nadelhölzer und Eriken) oder mit flächenförmig ausgebreiteten Blättern bekleidet. Für die letzteren können die Alpenrosen (s. Tafel bei S. 107) als Vorbild dienen. Von sommergrünen Sträuchern und Halbsträuchern, welche bestandbildend auftreten und ausgedehnte Struppe bilden, sind insbesondere Tamarisken, Spiräen, Rosen, Zwergmandeln, Zwergbirken, Zwergweiden, Proteaceen, Lippenblütler, Ginster und Mimosen hervorzuheben.

Von Fluren sind zunächst diejenigen zu unterscheiden, in welchen die vorherrschenden Stauden der Laubblätter entbehren und dafür mit Blattästen ausgestattet sind (z. B. Salicornia). Von den tonangebenden, in den Fluren auftretenden belaubten Stauden wurden schon bei früherer Gelegenheit als besonders auffallende Formen die Doldenpflanzen (s. Band I, Tafel bei S. 703) und die Disteln (s. Band I, S. 406), die Agaven und Ananasstauben (s. Band I, S. 617) und die Asfodille (s. S. 659) hervorgehoben. Die anderen in Beständen auftretenden Stauden lassen sich in drei Gruppen zusammenfassen. Die Arten der ersten Gruppe, zu welcher insbesondere viele Synantheraceen, Caryophyllaceen, Chenopodiaceen, Papilionaceen und Cruciferaceen gehören, sind vom Grunde aus vielfach verästelt (z. B. Artemisia, Gypsophila, Salsola, Melilotus, Crambe); die Arten der zweiten Gruppe entwickeln einen aufrechten Stengel, welcher bis zu den Blüten hinauf nicht verästelt ist und ungeteiltes Laub trägt (z. B. viele Arten von Verbascum, Epilobium, Oenothera, Euphorbia), und die Arten der dritten Gruppe besitzen einen aufrechten Stengel, welcher nicht oder nur wenig verästelt, aber mit mannigfaltig geteilten und zusammengesetzten Laubblättern besetzt ist (z. B. Glycyrrhiza, Eupatorium, Tanacetum, Sambucus Ebulus). In vielen Fällen empfiehlt es sich, die Fluren nicht nach den in ihnen vorherrschenden Arten, sondern nach Standorten zu benennen. In dem oben (S. 819) angeführten, die Pflanzengenossenschaften Österreich-Ungarns behandelnden Werke habe ich namentlich Strandfluren, Flugsandfluren, Quellenfluren, Karfluren, Geröllfluren und Haldenfluren unterschieden.

Was die Spreite anbelangt, so wurde die Einteilung derselben in Tapetenspreite, Hoch- und Niederspreite, Groß- und Kleinspreite bereits erwähnt (s. S. 824). Ein besonderes Gewicht ist bei der Schilderung der einzelnen hierher gehörigen Genossenschaften auch auf den Umstand zu legen, ob die grünen Flächen ungeteilt erscheinen, wie bei Petasites, Tussilago, Nelumbo, Asarum, Scolopendrium und Saxifraga peltata, oder ob sie geteilt

KOKOSPALMEN AUF CEYLON.

(Nach Aquarell des Freiherrn v. Königsbrunn.)

und zerschnitten sind, wie bei den meisten Farnen, mehreren Aroideen und einigen Nieswurzarten. Auch wird zu berücksichtigen sein, ob die Wedel und Laubblätter sommergrün oder wie bei Hedera und Helleborus niger wintergrün sind.

Die Wuste kommen in großer Mannigfaltigkeit in fließendem und stehendem, in süßem, brackigem und salzigem Wasser vor. Der Gesamteindruck der einzelnen Wuste richtet sich nach der Breite und nach dem Zuschnitte des Laubes und Lagers der verschiedenen Arten und insbesondere auch danach, ob die Stengel und stengelförmigen Teile des Lagers locker gestellt oder gehäuft und zu dichten, bauschigen Massen vereinigt sind. Als bestandbildende Arten treten insbesondere die Myriophyllaceen mit kammförmig geteiltem Laube, die Laichkräuter und Zannichelien mit fädigen Laubblättern, die Laichkräuter mit breiten, durchscheinenden Laubblättern (s. Abbildung, Band I, S. 515), die Seegräser (Zosteraceen) und die ihnen ähnliche Vallisneria (s. Abbildung, Band I, S. 626), die wiederholt besprochene Cymodocea, von Moosen mehrere Bryaceen, von Tangen verschiedene Arten von Fucus (s. Tafel bei S. 47), Laminaria (s. Abbildung, Band I, S. 549), Sargassum, Macrocystis und Cystosira, von Florideen Arten aus den Gattungen Ceramium, Callithamnium, Sphacellaria, Polysiphonia und Lemanea (s. Band I, Tafel bei S. 547), von Gametophyceen die Arten der Gattung Bryopsis und Valonia, von Cyanophyceen insbesondere die Arten der Gattung Hydrurus und von den Armleuchtergewächsen mehrere Arten der Gattungen Chara und Nitella auf.

Die Anhaltspunkte, auf welche sich die Einteilung der Riede gründet, wurden bereits auf S. 824 angegeben. Nach dem Vorherrschen bestimmter Schafthalme, Seggen, Binsen, Restiaceen, Simsen, Schilfe und rohrartiger Gräser lassen sich zahlreiche besondere Riede unterscheiden. Auf der Tafel „Rohr- und Riedgrasbestände im ungarischen Tieflande" bei S. 645 erscheinen drei nebeneinander entwickelte Riede, nämlich ein Rohrried, ein Binsenried und ein Seggenried, und auf S. 653 ein Papyrusried dargestellt. In den auf trockenem Boden entwickelten Rieden der nördlich gemäßigten Zone treten insbesondere die Arten der Gattung Reitgras (Calamagrostis) hervor. Zahlreiche Riede finden sich in den Tropen und in den Steppengebieten der Alten und Neuen Welt, zumal in den Pampas, Llanos und Pajonales entwickelt.

Die Gewächse, welche als vorherrschende und tonangebende Bestandteile der Matten auftreten, gehören zum Teile den Phanerogamen, zum Teile den Kryptogamen an. Von ersteren sind insbesondere hervorzuheben die rasigen und truppbildenden niederen Gräser, Seggen und Binsen, die rasenbildenden schmal- und kurzblätterigen Caryophyllaceen (z. B. Alsine Rosani, Cherleria sedoides, Silene acaulis), die Rosetten bildenden Hauswurzarten (Sempervivum), die Steinbreche aus der Gruppe Aizoonia, die lockerrasigen, weichen, an quelligen Orten wuchernden Steinbreche und Montien. Von den Kryptogamen kommen fast nur Moose in Betracht, und zwar die Torfmoose, die Widerthonmoose, die in dichten Rasen wachsenden Dicranum- und Gymnostomum-Arten und die zu lockeren Vliesen verbundenen Hypneen (z. B. Hypnum Schreberi, Hylocomium splendens und triquetrum).

An der Bildung der Schorfe beteiligen sich nur Flechten, Florideen und einige Armleuchtergewächse. Eine überaus große Mannigfaltigkeit zeigen die der Unterlage dicht angeschmiegten, zu Krustenschorfen vereinigten Flechten. Tonangebend erscheinen insbesondere verschiedene Arten von Acarospora, Amphiloma, Lecanora, Lecidella, Pertusaria und Verrucaria. Der bekannteste und am weitesten verbreitete Schorf ist jener, welcher aus der Landkartenflechte (Lecidea geographica oder Rhizocarpon geographicum) gebildet wird, und der in den Schiefergebirgen dem Blockwerke eine eigentümliche Färbung erteilt (s. Band I, Tafel bei S. 225). Die Raubenschorfe werden von verschiedenen Strauchflechten, zumal Cladonien und Cetrarien, gebildet und treten insbesondere in den Hochgebirgen

und in der arktischen Tundra auffallend hervor. Von geringerer Bedeutung sind die aus verkalkten Characeen und Florideen, namentlich den Arten der Gattung Corallina, unter Wasser gebildeten Raudenschorfe. Die zu festen, bankförmigen Schorfen vereinigten, verkalkten Arten von Lithothamnium und Lithophyllum (s. Band I, Tafel „Nulliporenbänke im Adriatischen Meere" bei S. 239) kommen nur im Meere vor.

Die Filze werden aus fadenförmigen Algen gebildet. Tonangebend sind insbesondere Scytonemaceen, Zygnemaceen, Ulotrichaceen, Ödogoniaceen, Vaucheriaceen und einige Gametophyceen. Die Zygnemaceen, namentlich die Arten der Gattung Spirogyra, erfüllen mit ihrem grünen Gefäde die stehenden Gewässer; mehrere Vaucheriaceen bilden dicht verfilzte Massen im Rinnsale der Bäche oder über feuchter Erde, und mehrere Scytonemaceen und Gametophyceen verweben sich zu zarten Überzügen der Steine. Die Filze treten nur selten auffällig hervor. Am bekanntesten ist der aus Trentepohlia jolitha gebildete dünne Filz, welcher die Schieferblöcke in den Gebirgsgegenden rot färbt, und der auf der Tafel „Veilchenstein im tirolischen Özthale" bei S. 620 abgebildet ist.

Nur in seltenen Fällen wird der Bestand, welcher das Grundgewebe einer Genossenschaft bildet, aus einer einzigen Pflanzenart gebildet. Meistens sind es zwei, drei oder noch mehr Arten von ähnlichem Ansehen, welche zusammen tonangebend auftreten. Dabei kann es vorkommen, daß stellenweise bald die eine, bald die andere zurückgedrängt erscheint, ohne daß übrigens der allgemeine Eindruck der betreffenden Genossenschaft eine wesentliche Änderung erfährt. So z. B. sind die Gehänge der Schieferberge in den Zentralalpen mit Matten überkleidet, in welchen Carex curvula, Juncus trifidus und Oreochloa disticha als tonangebende Arten erscheinen. Hier und da sind diese drei Arten ganz gleichmäßig an der Zusammensetzung der Matte beteiligt, an manchen Stellen wird aber eine derselben überwiegend, und die anderen treten so in den Hintergrund, daß man sie bei flüchtiger Betrachtung kaum bemerkt. Daß in solchen Fällen die Genossenschaft nicht nur nach einer der tonangebenden Arten benannt werden darf, braucht nicht erst näher begründet zu werden.

Was die eingesprengten Arten anbelangt, so wäre es ein großer Irrtum, zu glauben, daß ihr Auftreten keinerlei Regel unterliegt. Wenn sie auch auf das Gesamtbild nur selten einen auffälligen Einfluß ausüben, so ist doch ihre Bedeutung für die einzelnen Genossenschaften nicht zu unterschätzen. Manche von ihnen sind so beständig an gewisse bestandbildende Arten gebunden, daß man aus dem Auftreten der einen mit Sicherheit auf das Vorhandensein der anderen schließen kann, und es ist selbstverständlich, daß solche beständige Begleiter bei der Schilderung der einzelnen Genossenschaften in gebührender Weise hervorzuheben sind. Nicht zu übersehen ist übrigens die Erscheinung, daß bis zu einem gewissen Grade auch eine Vertretung der eingesprengten Arten vorkommen kann. So z. B. beherbergt die Borstengrasmatte, in welcher das Borstengras (Nardus stricta) das Grundgewebe bildet, in den Alpen geradeso wie in den Karpathen als eingesprengte Arten Homogyne alpina, Hieracium alpinum, Campanula Scheuchzeri ꝛc. Einige andere eingesprengte Arten, wie z. B. Potentilla aurea, Hypochoeris Helvetica und Campanula barbata, welche in den Alpen kaum jemals in der genannten Genossenschaft fehlen, sind aber in den östlichen Karpathen durch Potentilla chrysocraspeda, Scorzonera rosea und Campanula abietina ersetzt.

Eine besondere Beachtung verdient die Erscheinung, daß Arten, welche in der einen Genossenschaft bestandbildend auftreten, in der anderen Genossenschaft nur wie eingesprengt erscheinen. Wer das in der freien Natur zum ersten Male sieht, könnte leicht zu der Ansicht geführt werden, daß es ein vergebliches Bemühen sei, die Genossenschaften in Gruppen ordnen und jede einzelne im besonderen umgrenzen und beschreiben zu wollen. Aber bei sorgfältigerem Eingehen gewinnt man alsbald die Überzeugung, daß die erwähnte

Erscheinung die wissenschaftliche Behandlung der Pflanzengenossenschaften nicht nur nicht beeinträchtigt, sondern wesentlich fördert, und daß durch sie die Geschichte der Pflanzengenossenschaften aufgehellt wird. Wiederholt wurde darauf hingewiesen (s. Band I, S. 246, und Band II, S. 598), daß sich frische Schlammabsätze im Grunde von Wasseransammlungen, entblößtes Erdreich und nacktes Gestein nicht sofort mit einer geschlossenen, ein für allemal gleichbleibenden Pflanzendecke bekleiden, sondern daß zunächst kleine Algen, Flechten, Moose und verschiedene einjährige Blütenpflanzen als erste Ansiedler anrücken, die den Boden im Verlaufe längerer oder kürzerer Zeiträume für andere Gewächse zubereiten. Diese Zubereitung, welche in Band I, S. 236—246 geschildert wurde, besteht nicht nur in mechanischen Veränderungen des Bodens, sondern auch in der Beimengung von Humus, der von den abgestorbenen Teilen der ersten Ansiedler herrührt. Auf dem so veränderten Boden werden nun Pflanzenarten seßhaft, welche von den ersten Ansiedlern gänzlich verschieden sind, und, was das merkwürdigste ist, die ersten Ansiedler werden von den neu angekommenen allmählich verdrängt und sozusagen aus dem Felde geschlagen. Aber auch die zweite Ansiedelung hat keinen dauernden Bestand. Die Menge des von den abgestorbenen Pflanzen herstammenden Humus vermehrt sich von Jahr zu Jahr, die an Humus überreiche Erde sagt nun auch den Pflanzen der zweiten Ansiedelung nicht mehr zu, und nun wiederholt sich nochmals das Verdrängen der bisher seßhaften Gewächse durch solche neue, welche auf dem humusreichen Boden vortrefflich gedeihen und denselben allmählich in Besitz nehmen. So lassen sich allerwärts wenigstens drei, nicht selten aber auch vier und fünf aufeinander folgende Ansiedlergruppen nachweisen. Wenn nun jede dieser Gruppen einer bestimmten Genossenschaft entspricht, was ja thatsächlich der Fall ist, so muß der eben geschilderte Vorgang den Eindruck machen, daß sich die Genossenschaften im Laufe der Zeit umwandeln und ersetzen. An jeder Genossenschaft ist darum nicht nur das Höhe-, sondern es sind auch die Zuwachs- und Schwindstadien zu erkennen und festzustellen. In dem Zuwachsstadium finden sich noch Reste aus der an der betreffenden Stelle früher seßhaften Genossenschaft und in dem Schwindstadium schon die ersten Ansiedler der anrückenden Genossenschaft. Wenn z. B. in einer Borstengrasmatte vereinzelte Stöcke von Pflanzen auftauchen, welche für die zu einer anderen Ordnung, etwa zu den Struppen oder Fluren gehörenden Genossenschaften bezeichnend sind, so beirrt dieses Vorkommen durchaus nicht bei der Umgrenzung und Beschreibung der genannten Genossenschaft. Es wird dadurch nur klargestellt, daß man sich bei der Feststellung und Beschreibung zunächst an den Höhepunkt in der Entwickelung einer jeden Genossenschaft halten muß, aber in jedem Falle auch das Zuwachs- und Schwindstadium sowie die Beziehungen zu den anderen Genossenschaften zu beachten hat.

Wo durch die Gestalt und Zusammensetzung des Bodens die Bildung verschiedener Standorte auf engem Raume begünstigt wird, entwickeln sich auch die den Standorten entsprechenden Pflanzengenossenschaften im bunten Wechsel nebeneinander. Die Grenzlinien der benachbarten Genossenschaften verlaufen dabei in mannigfaltigster Weise. In Niederungen, wo sanfte Hügelwellen, seichte Mulden, sandiger, lehmiger und salzauswitternder Boden abwechseln, sind die Genossenschaften nicht selten wie die Teile eines Mosaiks zusammengefügt, an anderen Orten sieht man jene von geringem Umfange wie Inseln in die weit ausgebreiteten Genossenschaften eingeschaltet, und wieder in anderen Fällen schließen sie in breiten Bändern und Zonen aneinander. Die letztere Verteilung kommt insbesondere entlang den Rändern fließender und stehender Gewässer vor und erklärt sich aus dem gleichmäßig abnehmenden Feuchtigkeitszustande des Bodens mit wachsender Entfernung von dem Ufer und bei stehenden Gewässern auch aus dem Vordrängen der Pflanzenwelt von den Rändern gegen die Mitte der Wasseransammlung, mit anderen Worten, aus

der gleichmäßig vorschreitenden Umwandlung der das Wasser erfüllenden Wuste in Riede, der Riede in Fluren und der Fluren in Matten oder Wälder.

Sehr häufig kommt es vor, daß zwei, drei oder noch mehr Genossenschaften sich gegenseitig durchdringen und gewissermaßen übereinander schichten. Ein Föhrenwald kann für sich allein bestehen, d. h. er kann bloß aus vorherrschenden Föhren und vielleicht einigen eingesprengten anderen Bäumen gebildet sein, ohne daß im Waldgrunde etwas anderes zu sehen wäre als abgefallene, dürre, den Boden bedeckende Nadeln. Es kann sich aber im Waldgrunde auch eine Moosmatte ausgebildet haben, es kann sich ein Heidelbeergestrüpp, ein niederes Gestrüpp aus Calluna vulgaris oder Erica carnea und ein hohes Gestrüpp aus Wachholder eingeschoben haben, Genossenschaften, von welchen jede für sich ohne Überdachung durch die Kronen der Föhren bestehen kann und auch oft genug selbständig angetroffen wird. Wenn aber auch das Vorhandensein der einen Genossenschaft für das Bestehen der anderen nicht unumgänglich notwendig ist, so geht doch schon aus der Thatsache des Zusammenvorkommens hervor, daß keinem Teile aus der Vereinigung ein Nachteil erwächst, und es ist viel wahrscheinlicher, daß die über demselben Boden entwickelten Genossenschaften sich fördern und unterstützen. In manchen Fällen ist das sogar über alle Zweifel erhaben, so z. B. dann, wenn sich eine Genossenschaft aus hohen Pflanzen auf dem von einer Genossenschaft aus niederen Pflanzen zubereiteten Boden entwickelt, ohne diese vollständig zu verdrängen. Aus diesen Bemerkungen geht hervor, daß die Vereinigung mehrerer Genossenschaften nichts weniger als zufällig ist, daß sich immer nur gewisse Genossenschaften miteinander verbinden und gegenseitig durchdringen können, und daß auch in dieser Beziehung eine strenge Ordnung und Gesetzmäßigkeit waltet.

Man hat die in der angegebenen Weise gebildeten Verbände von Genossenschaften mit dem Namen Pflanzenformationen belegt und bei der Wahl dieses Namens wahrscheinlich an die Verbindungen der Erd- und Gesteinsschichten gedacht, welche von den Geologen Formationen genannt werden. Dieser Name ist nicht gerade glücklich gewählt, aber einmal in die Wissenschaft eingeführt, soll er beibehalten werden, und es ist nur darauf aufmerksam zu machen, daß die miteinander zu einer Formation vereinigten Genossenschaften nicht immer eine deutliche Schichtung zeigen. So z. B. findet man in vielen tropischen Wäldern (s. Abbildung, S. 650) Genossenschaften eingeschaltet, welche den verschiedensten Ordnungen angehören und, was die Höhe der sie zusammensetzenden Pflanzen betrifft, alle möglichen Abstufungen zeigen. Dieselben nehmen bald nur einen beschränkten, bald einen bedeutenden Raum im Grunde und in der Mittelhöhe des Waldes ein, und dazu kommt noch, daß in allen solchen Formationen allerwärts Schling- und Überpflanzen eingesprengt sind, welche das Herausfinden von deutlichen Schichten ganz unmöglich machen. In vielen anderen Fällen bilden die zu einer Formation verbundenen Genossenschaften allerdings recht deutliche Schichten, oder wenn man die Formationen mit Gebäuden vergleichen wollte, übereinander sich erhebende Stockwerke. Bald sind nur zwei Genossenschaften übereinander geschichtet, bald wieder kann man drei, vier und noch mehr Schichten oder Stockwerke unterscheiden. Es gibt Formationen, in welchen jede Schicht einer anderen Ordnung der Genossenschaften angehört, aber auch solche, wo zwei, drei Schichten derselben Ordnung zuzuzählen sind, und wo sich z. B. drei ungleich hohe Riede oder mehrere Gestrüppe übereinander aufbauen, oder wo zwei Wälder in der Weise miteinander verbunden sind, daß die Kronen der einen Baumart eine obere, die Kronen der anderen eine untere Schicht bilden.

In betreff der den Pflanzenformationen zu erteilenden Namen empfiehlt es sich, auf jene Genossenschaft Rücksicht zu nehmen, welche den Abschluß oder das Dach des ganzen Pflanzengebäudes bildet, und die daher alle anderen überragt und gewissermaßen beherrscht.

Nach dem Vorbilde der Namen Herrschaft, Wirtschaft, Grafschaft und dergleichen dürfte es am passendsten sein, von Waldschaften, Struppschaften, Flurschaften, Riedschaften ꝛc. zu sprechen. Die Matten, Rauden und Filze würden übrigens in dieser Beziehung kaum in Betracht kommen, da sie ihrer Natur nach eine Oberschicht zu bilden nicht geeignet sind. Die Namen Haine, Heiden, Maase, Forste, Auen und dergleichen in Anwendung zu bringen, scheint weniger zweckmäßig, weil dieselben in verschiedenen Gegenden auf sehr verschiedene Dinge bezogen werden.

Es wurde schon im Eingange dieses Kapitels hervorgehoben, daß durch die Pflanzengenossenschaften jeder Gegend ein eigentümliches Gepräge erteilt wird, und daß insofern die Kenntnis und Feststellung derselben für die beschreibende Erdkunde von hoher Bedeutung ist. Auch wurde wiederholt darauf aufmerksam gemacht, daß in den Pflanzengenossenschaften die eigentümlichen Verhältnisse des Bodens und Klimas zum Ausdrucke kommen, da vorausgesetzt werden muß, daß die für jede Genossenschaft bezeichnenden Arten nur dort massenhaft vorkommen können, wo die Zusammensetzung des Erdreiches sowie die Verhältnisse der Beleuchtung, der Wärme und der Feuchtigkeit mit ihrer ganzen Organisation und äußeren Gestalt im Einklange stehen. Wenn sich aber die örtlichen Verhältnisse des Bodens und Klimas in den Pflanzengenossenschaften widerspiegeln, so bildet die Verbreitung der Pflanzengenossenschaften und Formationen auch einen wichtigen, vielleicht den einzigen brauchbaren Anhaltspunkt, um die Erde in natürliche Florenreiche einzuteilen. Es wird dabei an dem Grundsatze festzuhalten sein, daß jedes Gebiet, welches eine Reihe nur ihm angehörender Pflanzengenossenschaften beherbergt, als ein Florenreich zu bezeichnen ist, und daß jede Stelle, an der die bezeichnenden Genossenschaften eines Florenreiches, in ihren Existenzbedingungen bedroht, eine natürliche Grenze finden, wo andere, den geänderten äußeren Verhältnissen besser angepaßte Pflanzengenossenschaften auftauchen, und wo sich demnach auch ein Wechsel des ganzen Landschaftsbildes vollzieht, eine Grenze der Florenreiche bildet. Hiermit ist auch das Ziel einer wissenschaftlichen Pflanzengeographie angegeben. Leider sind wir von demselben noch unendlich weit entfernt. Wir kennen nur notdürftig die Pflanzengenossenschaften des mittleren und nördlichen Europa, und aus vielen weiten Gebieten ist über die wichtigste aller Grundlagen zur Abgrenzung der Florenreiche so gut wie nichts bekannt. Es bleibt daher vorläufig nichts anderes übrig, als sich mit dem Wenigen, was ermittelt wurde, zurechtzufinden, und sich in manchen Gebieten noch an die von den Forschern früherer Zeiten überkommenen, freilich auf ganz andere Grundlagen gestützten Abgrenzungen zu halten.

Von diesem Standpunkte ausgehend, lassen sich etwa folgende Floren unterscheiden:

1. **Arktische Flora.** Die nördlichen Teile von Europa, Asien und Nordamerika, südwärts ungefähr bis zum Polarkreis reichend.
2. **Baltische Flora.** Skandinavien, Großbritannien, Norddeutsche Niederung, Westrußland, im Süden in die mediterrane und pontische Flora zungenförmig eingreifend.
3. **Pontische Flora.** Südosteuropa, Kleinasien mit Ausnahme der Süd- und Westküste, Kaukasus, Kurdistan, Persien: Umgebung des Kaspischen Meeres.
4. **Mediterrane Flora.** Küstenländer des Mittelmeeres: Südeuropa, West- und Südküste Kleinasiens, Küsten von Syrien, Ägypten, Tunis und Algerien.
5. **Atlantische Flora.** Azoren, Kanarische Inseln, Westküste der Pyrenäischen Halbinsel, Marokko.
6. **Sibirische Flora.** Tiefland vom Ob und dessen Quellgebiete bis zum Stanowyi-Gebirge.
7. **Kamtschatkische Flora.** Nordostasien, südwärts bis zum Amurgebiete.
8. **Amur-Flora.** Amurgebiet, Mandschurei.
9. **Chinesische Flora.** China, Japan, südwärts bis nahe dem Wendekreise.
10. **Innerasiatische Flora.** Mongolei, Tibet, im Westen durch das Steppengebiet am Aralsee, im Süden durch den Hindukusch und Himalaja begrenzt.

11. **Südarabisch-mesopotamische Flora.** Nördliche Somalküste, Südarabien, Mesopotamien, Küsten des Persischen Golfes.
12. **Sahara-Flora.** Sahara bis ungefähr zum 15.° nördl. Br., Nordarabien.
13. **Sudanesische Flora.** Im Norden durch die Sahara, südlich durch den 10.° nördl. Br., östlich durch das Hochland von Abessinien begrenzt.
14. **Guineische Flora.** Vom 10.° nördl. Br. bis zum 10.° südl. Br., östlich bis zum 35.° östl. Länge reichend.
15. **Sambesische Flora.** Vom 10.° südl. Br. bis südlich des Oranjeflusses reichend, östlich durch das Drakongebirge und den Njassasee begrenzt.
16. **Abessinische Flora.** Abessinien und das südlich angrenzende Bergland.
17. **Ostafrikanische Flora.** Von der Küste des Indischen Ozeans bis zu den ostafrikanischen Gebirgen, nördlich bis zum 8.° nördl. Br.
18. **Kapflora.** Südwestlicher Teil des Kaplandes, nördlich durch die Karroowüste begrenzt.
19. **Madagassische Flora.** Madagaskar.
20. **Indische Flora.** Im Westen durch den Indus, im Norden durch den Himalaja und das Jünnangebirge begrenzt, östlich bis zur Lombok- und Makassarstraße reichend.
21. **Pazifische Flora.** Pazifische Inseln von den Molukken bis zu den Marquesas einerseits, von den Sandwichinseln bis Neuseeland anderseits.
22. **Tasmanische Flora.** Victoria, Tasmania, Neusüdwales und die angrenzenden Gebiete.
23. **Australische Flora.** Inner- und Westaustralien.
24. **Kanadische Flora.** Im Norden durch die arktische Flora begrenzt, westlich bis an das Felsengebirge, südlich bis in das nordamerikanische Seengebiet reichend.
25. **Columbische Flora.** Nördlich durch die arktische Flora, östlich durch das Felsengebirge, südlich durch den 50.° nördl. Br. begrenzt.
26. **Mississippische Flora.** Nördlich bis zum Seengebiet, südlich bis nach Florida, mit Ausschluß des südlichen Drittels dieser Halbinsel, reichend, westlich durch den 95.° westl. Länge begrenzt.
27. **Missourische Flora.** Gebiet des Missouri und des Hochlandes zwischen den Rocky Mountains und dem Kaskadengebirge.
28. **Kalifornische Flora.** Küstenregion westlich des Kaskadengebirges, Kalifornien.
29. **Texanische Flora.** Arizona, Texas, Nordmexiko.
30. **Mexikanische Flora.** Mexiko bis Nicaragua.
31. **Antillen-Flora.** Antillen und Bahama-Inseln, Südspitze von Florida.
32. **Brasilische Flora.** Im Westen begrenzt durch die Andes von der Bucht von Guayaquil bis Tucuman, im Süden bis zum 30.° südl. Br. reichend.
33. **Austral-amerikanische Flora.** Küstengebiet westlich der Andes und der Teil von Südamerika zwischen 30 und 50° südl. Br.
34. **Magellanische Flora.** Im Westen von Südamerika, nördlich bis zum 40.°, im Osten bis zum 50.° südl. Br. reichend, mit Ausschluß der Hochgebirge.
35. **Antarktische Flora.** Antarktische Inseln, Hochgebirge der Südspitze von Südamerika.

In dieser Übersicht ist auf die gegenwärtig die höheren Regionen der Gebirge einnehmenden und auf verhältnismäßig kleine Räume beschränkten Floren nur beiläufig Rücksicht genommen. Und doch weichen diese von den Floren der vorgelagerten Bergländer und der angrenzenden Ebenen oft viel mehr ab als jene, welche im Bereiche der Niederungen nebeneinander bestehen und gewöhnlich über weite Gebiete ausgebreitet sind. So z. B. weicht die Flora der mitteleuropäischen Hochgebirge, welche gemeinhin als alpine Flora angesprochen wird, von der im Norden der Alpen entwickelten baltischen Flora und der im Süden über die Küstenländer des Mittelmeeres verbreiteten mediterranen Flora so sehr ab, daß sie weder mit der einen noch mit der anderen vereinigt werden könnte. Genau so wie im mittleren Europa verhält es sich in allen Gebieten, wo sich mächtige Gebirge erheben, und wahrscheinlich lassen sich außer den aufgezählten 35 Floren noch ebenso viele Hochgebirgsfloren unterscheiden. Welche hohe Bedeutung aber gerade diese Hochgebirgsfloren für die Bildung der Tieflandfloren und überhaupt für die Geschichte der Pflanzenwelt besitzen, soll in dem folgenden Abschnitte erörtert werden.

5. Das Aussterben der Arten.

In dem Abschnitte des „Pflanzenlebens", welcher den Ursprung der Arten behandelt, wurde die Ansicht begründet, daß die im Laufe der Zeiten in Erscheinung getretenen neuen Arten Ergebnisse der Kreuzung schon vorhandener Arten seien. Diese Ansicht findet in dem Verhalten jener Pflanzengattungen, welche in einem Gebiete durch zahlreiche, in einem anderen nur durch eine einzige Art vertreten sind, eine gewichtige Bestätigung. Im Kreise vieler Gattungen ist der Formenreichtum ein überaus großer. Man hat Mühe, die vielen Arten solcher Gattungen in eine einzige übersichtliche Reihe zu bringen, weil sie nach verschiedenen Richtungen durch Mittelformen verbunden, sozusagen kreuz und quer miteinander verkettet sind. In diesen Kreisen tauchen auch noch in der Gegenwart fort und fort neue Formen auf, welche nachweisbar das Ergebnis von Kreuzungen sind. So z. B. ist die Mannigfaltigkeit der Gestalten im Kreise der Gattung Brombeeren (Rubus) im mittleren Europa eine überaus große. Die Botaniker der alten Schule meinten, das komme daher, daß die Arten dieser Gattung aus unbekannten Gründen, mutmaßlich aus einem inneren Drange ausarten. Heute zweifelt kein Einsichtiger daran, daß viele dieser Gewächse, welche man für die Ergebnisse einer Ausartung hielt, durch Kreuzungen in verhältnismäßig junger Zeit entstandene Arten sind. Die Möglichkeit der Kreuzung war dadurch gegeben, daß bei jenen Verschiebungen und Veränderungen der Floren, als deren Folge die gegenwärtige Verteilung der Pflanzen zu gelten hat, im mittleren Europa mehrere aus früheren Perioden erhaltene Rubus-Arten zusammentrafen und seßhaft wurden. In dem Küstenlande von Dalmatien und Griechenland, wo sich bei diesen Verschiebungen und Veränderungen nur eine einzige Art, nämlich Rubus ulmifolius *Schott* (R. amoenus *Portenschlag*), ansiedelte, war es auch mit der Vervielfältigung der Gestalten zu Ende. Aus der einzigen dort angesiedelten Art ging stets eine unveränderte Nachkommenschaft hervor, oder mit anderen Worten, Rubus ulmifolius blieb in den genannten Teilen der mittelländischen Flora in seinen spezifischen Merkmalen beständig. Die Botaniker der alten Schule glaubten, diese Rubus-Art habe ausnahmsweise keine Neigung zur Ausartung, oder um mich der gelehrter klingenden, aber noch weniger verständlichen Ausdrucksweise zu bedienen, es fehle ihr die Tendenz, sich zu differenzieren. Die Sache ist aber viel einfacher und natürlicher zu erklären. Es fehlt in dem Gebiete, wo nur diese einzige Rubus-Art seßhaft wurde, die Möglichkeit, daß durch Kreuzung neue Rubus-Arten entstehen. Vielleicht kommt Rubus ulmifolius bei künftigen Verschiebungen der Floren mit einer oder mit mehreren Brombeeren aus benachbarten Gebieten zusammen. Dann kann es nicht fehlen, daß er sich wieder an dem Entstehen neuer Rubus-Arten beteiligt. Sollte dagegen durch irgend ein Ereignis der ganze Brombeerenflor in den angrenzenden Gebieten vernichtet werden und Rubus ulmifolius vereinzelt bleiben, so würden aus ihm so wenig wie bisher neue Arten entspringen. Eine vollständig vereinsamte Art kann sich dort, wo ihr die klimatischen und Bodenverhältnisse zusagen, auf ungeschlechtlichem und geschlechtlichem Wege unverändert Jahrhunderte hindurch verjüngen und vermehren, aber sie kann bei der Entstehung neuer Arten keine Rolle mehr spielen. Wenn endlich auch die infolge der Vereinsamung bei der Entstehung neuer Arten nicht mehr beteiligte Art dem Untergange anheimfallen sollte, was bei wiederholten Veränderungen des Klimas und den dadurch veranlaßten neuerlichen Verschiebungen der Verbreitungsgrenzen der Pflanzen nicht unmöglich ist, so wäre dieses Ereignis gleichbedeutend mit dem Aussterben der ganzen Gattung, als deren letzte Vertreterin diese Art sich erhalten hatte.

Die vergleichenden Untersuchungen der fossilen Pflanzenreste haben ergeben, daß das Aussterben einzelner Arten häufig, das Aussterben der von den Botanikern als Gattungen angesprochenen Artengruppen dagegen selten vorkommt. Der weitaus größte Teil jener Pflanzen, deren Reste sich aus früheren Perioden in fossilem Zustande erhalten haben, gehört Gattungen an, welche auch in der Gegenwart vertreten sind. Nur weichen viele der jetzt lebenden Vertreter von den ausgestorbenen der Art nach ab. Man erhält den Eindruck, daß die jetzt lebenden die ausgestorbenen ersetzen, und daß sie ihre Rolle übernommen haben. Auch ist bemerkenswert, daß die fossilen Reste häufig an ganz anderen Orten gefunden werden als dort, wo die nächsten Verwandten gegenwärtig leben.

Für ausgestorbene Gattungen bietet der Stamm der Bärlappe und jener der Schachtelhalme die auffallendsten Beispiele (s. S. 630 und 632). Von den Pflanzengattungen, welche gegenwärtig die Besatzung der Erde bilden, sind jene, welche nur noch durch eine einzige Art vertreten sind, am meisten der Gefahr des Aussterbens ausgesetzt. Diese Gefahr erhöht sich insbesondere dann, wenn die betreffende Art nur in einem einzigen Landstriche vorkommt, wie das beispielsweise bei Welwitschia der Fall ist. Für die Gattung Rhodothamnus, von welcher gegenwärtig nur eine Art, nämlich Rhodothamnus Chamaecistus, lebt, deren Verbreitungsbezirk aber durch den weiten, von den östlichen Alpen bis zum Altai reichenden Landstrich unterbrochen, beziehentlich in zwei Teilbezirke zerstückt ist, und für die Gattung Azalea, von welcher wir als einzige Vertreterin die Art Azalea procumbens (Loiseleuria procumbens) kennen, und welche in den Hochgebirgen des mittleren und südlichen Europa und dann wieder nach weiter Unterbrechung im arktischen Gebiete vorkommt, dürfte die Gefahr des Aussterbens eine geringere sein, da vorausgesetzt werden kann, daß selbst dann, wenn diese Arten infolge klimatischer Veränderungen an dem einen Punkte vollständig verschwinden würden, sich noch immer Stöcke an einem anderen weit entfernten Punkte, der schwerlich gleichzeitig denselben klimatischen Veränderungen ausgesetzt sein wird, erhalten.

Was die ausgestorbenen Arten betrifft, so ist deren Zahl überaus groß. Jede Artengruppe, aus welcher sowohl lebende als fossile Arten bekannt geworden sind, bietet hierfür lehrreiche Beispiele. Von den jetzt lebenden Arten wird angenommen, daß die endemischen Arten in ihrem Dasein am meisten bedroht oder, mit anderen Worten, dem Aussterben am ehesten ausgesetzt sind. Wenn sich in den beschränkten Bezirken der südöstlichen Alpen, wo die berühmteste der endemischen Arten, nämlich Wulfenia Carinthiaca, zu Hause ist, klimatische Verhältnisse einstellen sollten, welche weder die geschlechtliche noch die ungeschlechtliche Verjüngung und Vermehrung der genannten Art zulassen und auch ihre Auswanderung unmöglich machen, so würde Wulfenia Carinthiaca über kurz oder lang vollständig von der Erde verschwinden. Damit wäre allerdings noch nicht die Gattung Wulfenia erloschen, denn es findet sich im Himalaja noch eine zweite Art dieser Gattung, Namens Wulfenia Amherstia. Da auch diese endemisch vorkommt, so könnte sie freilich von demselben Schicksale betroffen werden, und dann wäre allerdings die ganze Gattung Wulfenia ausgestorben. Es ist aber auch der Fall denkbar, daß die Veränderung des Klimas im Bereiche der südöstlichen Alpen nicht nur kein Aussterben, sondern eine Erweiterung des Verbreitungsbezirkes der Wulfenia Carinthiaca zur Folge hätte, und daß einer Wanderung und Übersiedelung dieser Pflanze keine Hindernisse, wie jetzt, entgegenständen. Dann könnte es sogar dazu kommen, daß die jetzt in so weit entfernten Gebieten wohnenden beiden Arten Wulfenia Carinthiaca und Amherstia einmal zusammengeführt werden, daß sie sich kreuzen, und daß eine Vervielfältigung der Arten im Kreise der Gattung Wulfenia stattfände. Aus diesem Beispiele ist zu ersehen, daß man mit den Voraussetzungen über die zukünftigen Schicksale der Arten nicht vorsichtig genug sein kann. Viele endemische Arten



sind wahrscheinlich in der nächsten Zeit dem Aussterben geweiht; es ist aber auch nicht ausgeschlossen, daß sie noch eine wichtige Rolle in der Zukunft zu spielen berufen sind.

In welcher Weise der Ersatz der ausgestorbenen Arten stattfindet, und wie die durch Kreuzung entstandenen neuen Arten an Stelle ihrer Stammeltern treten, wurde bereits auf S. 578 und 579 besprochen, und es ist den dort gemachten Mitteilungen nur noch beizufügen, daß das Ersetztwerden, wenn es an Pflanzen aufeinander folgender geologischer Perioden beobachtet wird, auf den Beobachter den Eindruck einer Umprägung der Arten macht und daß dasselbe zu einer Zeit, in welcher die hohe Bedeutung der Kreuzung für das Entstehen neuer Arten noch nicht erkannt war, als eine durch den unmittelbaren Einfluß der wechselnden Klimate bedingte Erscheinung gedeutet wurde.

Von dem vollständigen Aussterben ist das nur auf einzelne Teile des Verbreitungsbezirkes beschränkte Aussterben der Arten zu unterscheiden. Von den zahlreichen Erfahrungen, welche über diesen Vorgang vorliegen, bezieht sich ein Teil auf absichtliche und unabsichtliche, durch die Menschen herbeigeführte Ausrottung, der größte Teil aber auf Fälle, wo das örtlich beschränkte Aussterben durch natürliche, von dem Einflusse der Menschen unabhängige Ereignisse veranlaßt wurde. Wiederholt wurde auf Pflanzen aufmerksam gemacht, welche sich mitten im Bereiche der jetzt herrschenden Floren wie verlorene Posten ausnehmen, und die augenscheinlich Reste einer auf dem betreffenden Gelände ehemals seßhaften, seither aber verdrängten und in benachbarte Gegenden übergesiedelten Flora bilden. Wenn das Verdrängtwerden und Übersiedeln durch klimatische Veränderungen bedingt war, so ist es begreiflich, daß einzelne Arten oder auch ganze Genossenschaften hier und da an besonders begünstigten, wenn auch sehr beschränkten Standorten zurückbleiben konnten, und es erscheinen dann solche inselförmige Standorte wie losgerissen von dem Hauptverbreitungsbezirke, welcher sich in der Nachbarschaft über weite Gelände erstreckt. Bemerkenswerte Beispiele für solche Verhältnisse bilden mehrere auf inselförmige Standorte in Krain beschränkte Pflanzenarten, für welche die auf der Tafel bei S. 703 abgebildete Königsblume Daphne Blagayana als Vorbild dienen kann. Diese Pflanze findet sich an den Gehängen einiger Berge in der Nähe von Laibach. Ehe man die Flora der Balkanhalbinsel genauer kannte, herrschte die Meinung, daß Daphne Blagayana auf den genannten Bergen in Krain ihren einzigen Standort habe. Die neueren botanischen Untersuchungen ergaben aber, daß diese Daphne eigentlich auf der Balkanhalbinsel, namentlich in Bosnien und Serbien, ihren Hauptverbreitungsbezirk besitze, und daß sich der Standort in Krain zu dem Hauptverbreitungsbezirke wie eine Insel, welche dem Festlande vorgelagert ist, verhalte. Wer gesehen hat, wie diese merkwürdige Pflanze in Krain nur noch in einigen Tausend Stöcken vorkommt, und daß an diesen Stöcken wegen verhinderter Autogamie und spärlichem Insektenbesuch nur äußerst selten Früchte zur Reife kommen, wird sich der Überzeugung nicht verschließen, daß eine Reihe sehr strenger Winter im stande wäre, ihr vollständiges Aussterben in Krain zu veranlassen. In dem Hauptverbreitungsbezirke auf der Balkanhalbinsel kann sie sich natürlich auch dann, wenn sie einstmals in Krain ausgestorben sein sollte, noch ungefährdet erhalten, denn es ist nicht wahrscheinlich, daß jene Ursachen, welche das Aussterben in dem kleinen Bezirke in Krain veranlassen, auch für alle Standorte in dem 50 Meilen weit entfernten Hauptverbreitungsbezirke auf der Balkanhalbinsel maßgebend sein werden.

Daß Vorgänge, wie sie hier für Daphne Blagayana als möglich und wahrscheinlich vorausgesetzt werden, sich auch wirklich ereigneten, beweisen die Pflanzenarten, welche in dem einen Gebiete als Bestandteile der gegenwärtig herrschenden Flora sehr verbreitet sind, in einem anderen Florengebiete aber nur noch fossil vorkommen und zwar unter Verhältnissen, welche gar keinen Zweifel darüber zulassen, daß sie

dort ehemals wirklich gelebt haben, aber nun schon seit geraumer Zeit ausgestorben sind. Rhododendron Ponticum, eine Pflanze, welche einen wesentlichen Bestandteil der Flora bildet, welche gegenwärtig in der Umgebung des Schwarzen Meeres entwickelt ist, findet sich abgesondert von diesem Hauptverbreitungsbezirke fern im Westen im südlichen Spanien an einer beschränkten Stelle. Im fossilen Zustande wird dasselbe auch am südlichen Gehänge der Solsteinkette in Tirol, in den oberen Schichten der sogenannten Höttinger Breccie, angetroffen. Diese Pflanze war also ehemals durch das südliche und mittlere Europa bis zum 47.° nördl. Br. verbreitet. Im südlichen Spanien hat sie sich noch an einer beschränkten Stelle wie auf einer Insel lebend erhalten, in den nördlichen Kalkalpen aber ist sie ausgestorben. Ein Seitenstück zu diesem Rhododendron Ponticum bilden mehrere Juglandaceen, welche gegenwärtig Bestandteile der Wälder Nordamerikas bilden und in Europa nur noch fossil angetroffen werden.

Die Ergebnisse der Forschung über die Geschichte der einzelnen Arten bilden naturgemäß die Grundlage für eine Geschichte der ganzen Pflanzenwelt. Während früher die Untersuchungen fossiler Reste als wichtigste Quellen einer solchen Geschichte angesehen wurden, zieht man heute auch die Verbreitung der lebenden Pflanzen in den Kreis der Betrachtung, und es wird namentlich den endemischen sowie den inselförmig in fremde Floren eingesprengten Arten jene Bedeutung zugemessen, welche sie in so hohem Maße verdienen. Insbesondere über die Zustände in den jüngsten Perioden der Erdgeschichte werden durch solche Untersuchungen endemischer und als verlorne Posten zurückgebliebener Arten viele wertvolle Aufklärungen gegeben. Ganz besonders hervorzuheben ist in dieser Beziehung der Nachweis, daß in einem großen Teile des mittleren Europa zwischen der Gegenwart und der letzten Eiszeit eine Flora entwickelt war, welche nur unter dem Einflusse eines im Vergleiche zu dem jetzigen viel wärmeren, ausgesprochen kontinentalen Klimas bestehen konnte. Man findet nämlich im mittleren Europa innerhalb der baltischen Flora an sonnigen, warmen Bergabhängen und in abgelegenen Thalwinkeln, weitab von den modernen Verkehrswegen und unter Umständen, welche die Möglichkeit einer Einwanderung in jüngster Zeit vollständig ausschließen, beispielsweise auf den dunkeln, heißen Serpentinfelsen in Niederösterreich, auf den Lößterrassen und Schieferbergen am südlichen und östlichen Rande des böhmisch-mährischen Gebirges, im Mittellande Böhmens und westwärts an zerstreuten Punkten bis an den Harz, ferner im Gebiete der nördlichen und zentralen Alpen vom Wiener Becken bis zum Bodensee, namentlich in den abgeschiedenen obersten Thalstufen der Etsch und des Inn, teils vereinzelte, teils zu Genossenschaften verbundene Pflanzenarten, welche ihren Hauptverbreitungsbezirk gegenwärtig in den südrussischen Steppen, in der Krim und in den Thalgeländen des Kaukasus haben. Der Mehrzahl nach können diese Gewächse geradezu als Steppenpflanzen bezeichnet werden, und wenn sie die Reste einer Flora sind, welche einstmals ihr Gebiet im mittleren Europa bis an den Harz erstreckte, was nicht mehr bezweifelt werden kann, so ist wohl auch der Schluß gerechtfertigt, daß unmittelbar vor den gegenwärtigen, für die baltische Flora maßgebenden klimatischen Verhältnissen ein Steppenklima mit trockenem, heißem Sommer in dem bezeichneten Gebiete herrschte. Es ist mit gutem Grunde anzunehmen, daß auch die Reste der verschiedenen Steppentiere (Steppenantilope, Steppenmurmeltier, Steppenstachelschwein, Pferdespringer, Pfeifhase), welche im mittleren Deutschland nachgewiesen wurden, aus dieser Zeit stammen, daß diese Tiere zusammen mit den Steppenpflanzen lebten und sich zugleich mit ihnen infolge der Umwandlung des Klimas nach Osten zurückgezogen haben. Wann diese Veränderungen im mittleren Europa stattfanden, ist schwer zu sagen; aber so viel ist gewiß, daß die Dauer des Steppenklimas eine unendlich lange war, daß die Umwandlung dieses Klimas in das jetzt herrschende nur allmählich stattfand, und daß dem entsprechend die Übersiedelung der Steppenpflanzen

und Steppentiere in das von ihnen gegenwärtig eingenommene Gebiet nur sehr langsam erfolgte.

Da dasjenige, was für die Bestandteile der einen Flora ein Nachteil ist, den Arten der Nachbarflora gewöhnlich einen Vorteil bringt, so stellen sich die Übersiedelungen und Wanderungen der Pflanzen eigentlich als Verschiebungen der Verbreitungsgrenzen dar. Sobald sich die Bestandteile der einen Flora infolge des für sie ungünstig gewordenen Klimas zurückziehen, wird ihr Platz von jenen Bestandteilen der Nachbarflora eingenommen, welchen gerade dieses geänderte Klima besonders gut zusagt. In dem oben besprochenen Falle war es unvermeidlich, daß gleichzeitig mit dem Abzuge der Steppenflora die Bestandteile der baltischen Flora einwanderten, welchen ein verhältnismäßig kühler, feuchter Sommer am besten behagt. Woher diese baltischen Pflanzen stammten, kann nicht zweifelhaft sein, sie kamen aus jenen angrenzenden Gebieten, wo die ihnen zusagenden klimatischen Verhältnisse schon vorher bestanden, also aus den damaligen Küstenlandschaften und von jenen Bergen herab, zu welchen die Steppenflora nicht emporgedrungen war. Indem diese Pflanzen aus dem Küstenklima vorrückten und von den Bergen niederstiegen, kehrten sie gewissermaßen nur in jenes Gebiet zurück, wo sie schon früher einmal seßhaft waren, und aus welchem sie seiner Zeit durch die Steppenpflanzen verdrängt worden waren. Mit anderen Worten: vor der Herrschaft der pontischen Steppenflora in den Thälern und Niederungen des mittleren Europa war daselbst eine Flora entwickelt, welche der jetzigen, die wir als baltische bezeichnen, außerordentlich ähnlich war. Wie lange die baltische Flora vor der Einwanderung der pontischen im Besitze jener Landstriche war, in denen sie nach dem Abzuge der pontischen neuerdings herrschend wurde, ließe sich nicht einmal durch annähernde Zahlen angeben. Mit Sicherheit ist aber festgestellt, daß sie zur Zeit der größten Ausbreitung der Gletscher im mittleren Europa noch nicht vorhanden war, und daß ihre erste Einwanderung in diese Landstriche erst nach dem Rückzuge der großen Gletscher stattgefunden haben konnte.

Zur Zeit der größten Ausdehnung der Gletscher waren an Stelle der für die baltische Flora so bezeichnenden Wälder aus Fichten und Föhren und den ausgedehnten Gestrüppen aus Ginster und Besenheide niedere Alpenpflanzen seßhaft, deren Gesamtheit der Kürze wegen als alpine Flora bezeichnet sein mag. Ehemals herrschte bei den Botanikern die Ansicht, daß sich diese merkwürdige Flora zur Zeit der größten Ausdehnung der Gletscher wie ein Strom aus dem arktischen Gebiete nach Süden ausgebreitet habe. Diese Ansicht entspricht aber nicht den in neuerer Zeit ermittelten Thatsachen. Der älteren Ansicht lag der unglückselige Irrtum zu Grunde, daß die Flora des arktischen Gebietes mit jener der alpinen Region der mittel- und südeuropäischen Hochgebirge übereinstimmend sei. Wenn man die arktische mit der alpinen Flora nur nach Büchern und Herbarien vergleicht, dann liegt freilich die Versuchung nahe, an engste Beziehungen der Pflanzenwelt des hohen Nordens zu der alpinen Flora zu denken, denn eine nicht unbeträchtliche Zahl von Arten gehört wirklich beiden Florengebieten an und fehlt nur gegenwärtig in dem weiten Gebiete, welches sich zwischen die Alpen und das arktische Gelände einschiebt. Aber gerade von diesen Pflanzenarten zählen die meisten in den Alpen zu den größten Seltenheiten, und sie finden sich daselbst nur an vereinzelten, beschränkten Stellen auf schwarzer Erde, in Torfmooren und an kalten Quellen. Gewiß gibt es viele Botaniker, welche jahraus jahrein in die Alpen wandern, um dort Pflanzen zu sammeln, welche alle niederen und hohen Kuppen besteigen, die abgelegensten Thalwinkel durchsuchen, auch eingehende Kenntnisse der alpinen Vegetation besitzen und dennoch die Saxifraga cernua, die Betula nana, den Juncus arcticus und castaneus und noch so manche andere Arten, die in der arktischen Flora sehr verbreitet, in unseren Alpen aber sehr selten sind, lebend nicht gesehen haben. Wenn dagegen ein Botaniker, welcher die arktische Flora an Ort und Stelle auf das genaueste kennen gelernt hat, zum ersten

Male in unsere Alpen kommt, so begegnet seinem Blicke eine ganz neue Welt. Nicht nur, daß die Zahl der in der alpinen Region heimischen Arten eine viel größere ist als im hohen Norden, auch die Zusammensetzung der beiden Floren ist eine ganz verschiedene. Gerade diejenigen Arten, welche in unseren Alpen durch das massenhafte Vorkommen am meisten hervortreten, welche dort das Grundgewebe der Pflanzengenossenschaften bilden, die Gräser und Seggen, welche in unzählbaren Stöcken aneinander gereiht ausgedehnte Matten bilden, die Bestände aus Krummholzkiefern, Grünerlen und Zwergmispeln, die Gestrüppe aus Alpenrosen, die Teppiche aus niederen, der Unterlage angeschmiegten Holzpflanzen (Rhamnus pumila, Daphne striata, Salix retusa, Jacquiniana) und noch viele andere Arten, welche als bezeichnende Formen auf den Felsen und auf den Geröllhalden erscheinen und den unvergleichlichen Schmuck unserer Hochgebirge bilden, ja selbst die neben den Alpenrosen populärsten Wahrzeichen unserer Alpenflora, der Speik, der Madaun, die Aurikel, die Edelraute und das Edelweiß (Valeriana Celtica, Meum Mutellina, Primula Auricula, Artemisia Mutellina, Gnaphalium Leontopodium), sind der arktischen Flora fremd. Die alpinen Arten von mehr als 50 Gattungen fehlen vollständig im arktischen Gebiete, und von vielen anderen Gattungen haben beide Gebiete zwar einige gemeinsame Arten aufzuweisen, aber gerade diejenigen, welche für die Alpenflora so bezeichnend sind, werden im Norden vergeblich gesucht. Er ist geradezu widersinnig, zu glauben, eine solche Flora sei aus dem arktischen Gebiete in unsere Alpen ausgewandert, und es ist weit mehr gerechtfertigt, anzunehmen, daß die arme Flora des arktischen Gebietes zum Teile aus den Hochgebirgen südlicher Breiten herstamme.

Die Studien über die Verbreitung der alpinen Arten und der Gattungen, denen sie angehören, haben ergeben, daß einige Alpenpflanzen in der Hochgebirgsregion der Karpathen, im Kaukasus, im Altai, ja selbst im Himalaja, andere wieder in den Abruzzen und im Balkan wiederkehren, und auf diese Ergebnisse gestützt, könnte man die Hypothese aufstellen, daß unsere alpine Flora aus dem Osten und Süden herstamme, daß sie in der Diluvialzeit aus dem Himalaja, aus dem Kaukasus oder aus den Abruzzen in die östlichen Alpen ausgewandert sei. Freilich könnte derjenige, welcher ähnliche Untersuchungen über die alpine Flora des Kaukasus oder des Himalaja anstellt, auf dieselben Thatsachen gestützt, annehmen, die fraglichen Pflanzen seien aus den Alpen dorthin gekommen. Ich glaube, daß man sich mit solchen Hypothesen in einem Kreise bewegt und dem angestrebten Ziele nicht näher kommt. Wenn die Frage beantwortet werden soll, woher die Pflanzen stammen, welche nach der großen diluvialen Eiszeit das von den Gletschern und Schneefeldern wieder befreite Gelände bevölkerten, so ist es nicht nötig, so weit in der Ferne zu suchen. Wir brauchen uns nur zu erinnern, daß auch in der Periode vor der größten Ausdehnung der Gletscher auf den höheren Bergen unserer Alpen eine Flora vorhanden gewesen sein mußte, und daß diese Flora infolge jener klimatischen Änderungen, welche die Vergletscherung bedingten, aus den höchsten Gebirgsregionen in die tieferen Regionen und in das präalpine Vorland vorgeschoben wurde. In der Tertiärzeit war die Abnahme der Temperatur mit der Höhe gewiß nicht wesentlich anders als gegenwärtig. Das Relief der Alpen war in der Miocänzeit von dem in der Gegenwart nicht verschieden; auch in der Eocänzeit, ja sogar in der jüngeren Kreideperiode waren die Alpen schon ein bedeutendes Bergland, zum Teile wahrscheinlich Hochgebirge. Die Kalkalpen hatten ihre Fjorde, die Zentralstöcke tief eingeschnittene Querthäler. Die Pflanzenwelt, welche die unteren Berggehänge bekleidete, konnte mit jener der höheren Regionen nicht übereinstimmen, es mußten vielmehr, wie in der Jetztzeit, mehrere übereinander geschichtete Floren entwickelt sein. Auch Gletscher dürften sich unter der Breite von 46—48° in der Seehöhe von 3000 m in den höchsten Mulden des Gebirges ausgebreitet haben, und zwar schon in der geringen Entfernung von 50 km vom Strande und bei einem

Unterschiede der Jahrestemperatur von 8—10 Grad. Wenn in der obersten Miocänstufe des südöstlichen Europa auf den Ausläufern der Alpen am Rande des Wiener Beckens Wälder aus Lorbeerbäumen und Myrtaceen bestanden hatten, so schließt das nicht aus, daß auf dem Wiener Schneeberge, der Raxalpe und dem Hochschwab gleichzeitig eine alpine Flora entwickelt war. Der Krainer Schneeberg, nördlich vom quarnerischen Golfe, zeigt zur Genüge, daß selbst ein Gebirge von nur 1800 m Seehöhe an seinem Fuße Lorbeerbäume und immergrüne Eichen und auf seinen Kuppen eine alpine Pflanzenwelt beherbergen kann.

Die fossilen Reste der Miocänflora, die wir kennen, wurden sämtlich in Niederungen aufgefunden, repräsentieren daher nur die Pflanzen des Hügellandes und der Vorberge, und Schlüsse auf die Vegetation der höheren Regionen sind aus denselben nicht zulässig. Ich glaube daher mit gutem Grunde annehmen zu können, daß die Mehrzahl der alpinen Arten schon in der Miocänzeit auf den Höhen unserer Alpen gelebt hat und daß die alpine Flora von dort wiederholt in tiefere Regionen vorgedrungen, aber immer wieder zurückgekehrt ist. Daß die alpine Flora hierbei mancherlei Änderungen in ihrer Zusammensetzung erfahren hat, ist selbstverständlich. Die bei den Verschiebungen unvermeidliche teilweise Mengung der alpinen Arten mit den Arten der angrenzenden Floren gab zu Kreuzungen und insofern zur Bildung neuer Arten Veranlassung, von welchen gewiß ein Teil den geänderten klimatischen Verhältnissen angepaßt und sich daher auch zu erhalten im stande war. Manche der schon in der Miocänzeit auf unseren Alpen lebenden Arten sind dagegen dort ausgestorben oder haben sich nur auf einem beschränkten Punkte erhalten, wie namentlich die auf S. 816 erwähnte **Wulfenia Carinthiaca** in Kärnten und **Rhizobotrya alpina** auf den Fassaner Alpen in Tirol. Anderseits mochten sich gewisse Arten, welche früher in der Hochgebirgsregion nicht heimisch waren, den aus der Niederung zurückkehrenden angeschlossen haben. Das letztere gilt insbesondere für die Mehrzahl jener Arten, welche die jetzige arktische Flora mit der jetzigen alpinen Flora gemein hat. Denken wir uns die alpine Flora zur Zeit der größten Ausbreitung der diluvialen Gletscher bis Norddeutschland vorgeschoben. Auch von Norden her waren ausgedehnte Gletscher weit nach Süden vorgerückt und hatten eine Verschiebung der in der Tertiärzeit auf den skandinavischen Gebirgen heimischen Flora nach Süden bis in das nördliche Deutschland veranlaßt. Hier mußten also nordische und alpine Arten zusammenkommen, und als sich später das Klima wieder milder gestaltete, fand ein Rückzug der hinabgewanderten Pflanzen einerseits in nördlicher Richtung, anderseits in der Richtung nach den Alpen statt. Bei dieser Gelegenheit sind nun einige Arten, die früher den skandinavischen Gebirgen fehlten, nach Norden und einige Arten, die früher den Alpen fehlten, nach Süden in den Bereich der Alpen gelangt. Aus dieser Zeit schreibt sich das Vorkommen mehrerer arktischer Arten, z. B. **Alsine stricta, Saxifraga Hirculus, Pedicularis Sceptrum, Statice purpurea, Salix depressa, Betula humilis** und **Juncus stygius**, her, welche über das den Alpen vorgelagerte niedere Land in Salzburg und Bayern verbreitet, aber nicht in die alpine Region gekommen, sondern am nördlichen Saume des Berglandes zurückgeblieben sind.

Was nun aber die merkwürdigen, oben erwähnten Beziehungen der alpinen Flora in den Alpen zu jener in den Karpathen, im Kaukasus, im Altai und Himalaja sowie auch in den Pyrenäen, Abruzzen, dem dinarischen Hochgebirge und den Balkan anbelangt, so sind dieselben aus den Verhältnissen und Vorgängen in der Diluvialzeit allein nicht zu erklären. Von seiten der Geologen wurde ermittelt, daß die erste Vergletscherung der Alpen nicht jünger, möglicherweise sogar älter sei als die dritte Miocänstufe (sogenannte Kongerienstufe) des südöstlichen Europa, und daß während dieser Periode an eine Verbindung der Hochgebirgsflora unserer Alpen mit jener der Karpathen und des Balkans, geschweige denn der noch ferneren östlichen und südlichen Gebirge nicht zu denken sei, selbst dann nicht, wenn ein

tiefes Herabgehen der alpinen Flora in östlicher Richtung stattgefunden haben sollte. Auch haben sich die Hochgebirgsfloren in westöstlicher und nordsüdlicher Richtung schwerlich begegnet. Wenn sich daher in den Alpen nach dem Rückzuge der Gletscher den in die höheren Regionen wieder zurückkehrenden Arten der alpinen Flora andere Arten angeschlossen haben, so waren dies Arten des Hügellandes, von welchen so manche das alpine Klima ohne Nachteil vertragen und auch heutzutage in großer Individuenzahl ebensogut in den untersten Thalstufen wie auf den Höhen unserer Alpen vorkommen. **Erica carnea, Globularia cordifolia, Biscutella laevigata** lassen sich von der Küste der Adria, von den Ufern des Gardasees und von den niederen Höhen am Rande des Wiener Beckens bis in die alpine Region hinauf verfolgen und könnten als Repräsentanten solcher Pflanzen, die sich nach der letzten diluvialen Eiszeit in der alpinen Region einbürgerten, angesehen werden.

Kann die Zusammengehörigkeit der Floren auf den Rücken und Kämmen der erwähnten, in westöstlicher und nordsüdlicher Richtung aneinander gereihten Hochgebirge nicht aus den Vorgängen der Diluvialzeit erklärt werden, so muß auf eine frühere Zeit zurückgegriffen werden, in der die jetzt getrennten Hochgebirge miteinander verbunden waren, oder in welcher doch die Möglichkeit einer Mengung und eines Austausches der Pflanzenarten bei Gelegenheit der durch die klimatischen Änderungen bedingten Verschiebungen vorhanden war. Vor Eintritt des ersten Miocänmeeres durch Serbien nach Ungarn und Österreich hing der Bakonyer Wald mit den südlichen Kalkalpen zusammen; Gipfel von der Höhe des Großglockners erhoben sich dort, wo jetzt nur noch niedere Kuppen über die Ablagerungen des Miocänmeeres emporragen, und waren gewiß auch mit einer alpinen Flora geschmückt. Ebensowenig fehlte es damals an mächtigen, eine alpine Pflanzenwelt tragenden Hochgebirgsrücken zwischen den Alpen und Karpathen. Solche Nachweise der Geologen sind gewiß von hohem Werte, wenn es sich um die Erklärung der nahen Beziehungen der alpinen Flora in den östlichen Alpen mit jener in den Karpathen handelt; aber das Vorhandensein solcher Hochgebirgsrücken vor der Miocänzeit reicht noch immer nicht aus, die Übereinstimmung der alpinen Arten, die Verwandtschaft der Stämme und das merkwürdige Übergreifen und Verschlingen der Verbreitungsgrenzen der Alpenpflanzen auf den in westöstlicher und nordsüdlicher Richtung gereihten Hochgebirgen zu erklären. Es muß damals auch eine Anregung zu der Mengung, eine Ursache der Grenzverschiebungen vorhanden gewesen sein. Als solche können aber wohl nur klimatische Veränderungen vorausgesetzt werden, und zwar klimatische Veränderungen tiefgreifender Art, welche ein gleichzeitiges Herabrücken und später wieder ein gleichzeitiges Zurückziehen der alpinen Arten sowohl in dem einen als in dem anderen Hochgebirge veranlaßten, klimatische Veränderungen, welche in den entsprechend hohen und durch ihre Formverhältnisse geeigneten Gebirgen auch in der Bildung und in dem Vorrücken, dann später wieder in dem Rückgange von Gletschern ihren Ausdruck fanden.

In den verschiedensten Schichten unserer Erdrinde finden sich Ablagerungen, welche den Eindruck von Moränenschutt machen und von unbefangenen Geologen für glaziale Ablagerungen erklärt wurden. Es ist daher eine wohlberechtigte Hypothese, daß nicht nur in der Diluvialzeit, sondern auch in der Tertiärzeit und überhaupt in allen von den Geologen unterschiedenen Perioden ein abwechselndes Vorrücken und Zurückziehen der Gletscher stattfand. Nach meiner Meinung bildete *allerwärts und zu allen Zeiten die periodische Wiederkehr eines kalten, feuchten Klimas, welche an den geeigneten Stellen in dem Anwachsen der Gletscher ihren Ausdruck fand, den Anstoß zu den Wanderungen und den dabei erfolgenden Kreuzungen und Neubildungen sowie dem teilweisen Aussterben der Pflanzenarten und insofern zu den Verschiebungen, dem Wechsel und der Umprägung der Floren in den aufeinander folgenden geologischen Perioden.* Die Hochgebirge spielten hierbei eine

wichtige Rolle. Sie bildeten eine unerschöpfliche Vorratskammer zur Besiedelung der tieferen Regionen und der vorgelagerten Niederungen mit Pflanzen. An ihren Gehängen sind sozusagen Pflanzen für alle Klimate am Lager: Für Abkühlung geringeren Grades die Gewächse der unteren Waldregion, für eine Abkühlung mittleren Grades jene der oberen Waldregion und so fort bis zu der Pflanzenwelt, welche noch hart an der Grenze des ewigen Schnees mit der Wärme von ungefähr 50 schneefreien Tagen im Jahre ihr Auskommen findet. Und so wie mit zunehmender Kälte die Pflanzen schrittweise von den Bergen niedersteigen und sich über die Niederungen ausbreiten, können sie bei zunehmender Wärme sich wieder auf die Höhe zurückziehen. Daß die Pflanzenwelt bei diesem Vordringen und Zurückziehen mit dem Anwachsen und Abschmelzen der Gletscher gleichen Schritt hielt und noch hält, braucht nicht näher ausgeführt zu werden.

Über die Ursache der periodischen Vergletscherungen herrschten zu verschiedenen Zeiten sehr mannigfaltige Vorstellungen. Mehrere hervorragende Gelehrte der Gegenwart glauben die Veränderungen in der Exzentrizität der Erdbahn als Ursache annehmen zu können. Starke Exzentrizität bringt eine erhebliche Abkühlung und geringe Exzentrizität eine Zunahme der Wärme mit sich. Eine Zeit hoher Exzentrizität soll ungefähr 240,000 Jahre vor unserer Zeitrechnung begonnen und 16,000 Jahre gedauert haben. Ebenso soll die große Exzentrizität, welche 850,000 und 2,500,000 Jahre vor unserer Zeitrechnung bestand, wiederholte Vergletscherungen herbeigeführt haben. Von anderer Seite wird eine Veränderung der Lage der Pole als Erklärungsgrund angesehen. Es läßt sich zwar so manches gegen diese Erklärung einwenden, aber mehrere Erscheinungen in der Pflanzenwelt würden gerade mit dieser Erklärung am besten in Einklang zu bringen sein. So namentlich das durch zahlreiche fossile Reste nachgewiesene Vorkommen mächtiger, großbelaubter Gewächse im arktischen Gebiete in der Miocänzeit, Kreidezeit und Steinkohlenperiode. In der Miocänzeit und Kreidezeit wuchsen und gediehen in Nordgrönland, Grinnellland, Island und auf Spitzbergen Tulpenbäume, Magnolien, Linden, Platanen, Brotfruchtbäume und Seerosen. Alle diese Pflanzen können dort in der Gegenwart aus zwei Gründen nicht mehr gedeihen. Erstens würden die dort herrschenden Beleuchtungsverhältnisse eine gesunde Entwickelung nicht gestatten, und zweitens fehlt es an der zu einem kräftigen Wachstum nötigen Wärme. Nachdem die bedeutendsten Geophysiker der Gegenwart sich gegen die Annahme eines feurigflüssigen Erdinnern ausgesprochen haben, geht es nicht an, die zum Gedeihen der mächtigen Platanen, Magnolien und Brotfruchtbäume notwendige hohe Temperatur aus dem Erdinnern herzuleiten. Dagegen würde sich das Vorkommen großblätteriger Laubbäume in Nordgrönland, Grinnellland, Island und Spitzbergen ganz gut erklären, wenn angenommen wird, daß damals jener Punkt, welcher heute den Nordpol bildet, und mit ihm das ganze Gebiet, das gegenwärtig als das arktische angesprochen wird, eine andere Lage zur Erdbahn hatte und daher auch einer anderen Beleuchtung und Erwärmung durch die Sonnenstrahlen ausgesetzt war.

Für die Geschichte der Pflanzen vor der Eocän- und der Kreidezeit geben die Untersuchungen über die Verbreitung der jetzt lebenden Pflanzen keinerlei Anhaltspunkte, und man ist in dieser Beziehung auf die aus jenen älteren Perioden stammenden fossilen Reste angewiesen. Diese sind leider verhältnismäßig spärlich und bilden gewiß nur einen geringen Bruchteil der Pflanzenarten, welche vor der Kreidezeit gelebt haben (s. S. 598). Zweierlei geht aber aus diesen Resten deutlich hervor. Erstens, daß es damals keinen einzigen Pflanzenstamm gab, welcher nicht auch jetzt noch vertreten wäre, und zweitens, daß einige sehr auffallende Gattungen gewisser Stämme ausgestorben sind und durch andere Gattungen dieser Stämme ersetzt wurden. Besonders hervorzuheben sind in dieser Beziehung die der Steinkohlenzeit angehörigen baumförmigen Bärlappe und die zu den Schachtelhalmen

gehörenden Kalamiten, welche in der Steinkohlenzeit ausgedehnte Wälder gebildet haben mußten. Am auffallendsten erscheinen die Reste dieser seltsamen Kalamiten der Steinkohlenperiode dann, wenn sie an Orten gefunden werden, wo gegenwärtig niedere Kräuter, Moose und Flechten den Boden bedecken, und wo die Erde drei Viertel des Jahres hindurch mit Schnee bedeckt ist, wie das auf Nowaja Semlja, Spitzbergen und der Väreninsel der Fall ist. Auch im Bereiche der Alpen fehlt es nicht an dergleichen durch ihren Gegensatz verblüffenden Stellen. Eine der merkwürdigsten ist das kleine Hochthal Gschnitz in Tirol, in welchem ich seit vielen Jahren den Hochsommer zubringe. Das Haus, in welchem ich dort wohne, und in dem ich auch den größten Teil des „Pflanzenlebens" geschrieben habe, liegt in der Seehöhe von 1215 m auf einer diluvialen Moräne mitten im Thale. Die Gletscher, von welchen die Moräne gebildet wurde, haben sich um 15 km zurückgezogen und bilden gegenwärtig den Abschluß des Thales. Auf dem aus der Diluvialzeit herstammenden Moränenschutte erheben sich jetzt Föhren- und Fichtenbäume, Wachholder und Heidekrautgestrüppe, also ausgesprochene Bestandteile der baltischen Flora. Um 600 m höher hört der Baumwuchs auf, und ausgedehnte Alpenmatten, abwechselnd mit Alpenrosenbeständen und Teppichen aus Azalea procumbens und kriechenden Zwergweiden, überkleiden die Gehänge sowie die Rücken der Berge. Auf einem dieser Bergrücken, dem Steinacherjoche, liegen in der Seehöhe von 2200 m zerklüftete dunkle Schieferplatten zu Tage, auf welchen sich alpine Flechten und Moose angesiedelt haben, und die stellenweise auch mit Steinbrechen und Primeln überwuchert sind. Spaltet man eine dieser Schieferplatten ab, und betrachtet man ihre Kehrseite, so ist man nicht wenig erstaunt, auf derselben Abdrücke von Kalamiten und mächtigen Farnen aus der Steinkohlenzeit zu sehen! Wie oft hat sich wohl seit jener Zeit, in welcher hier Kalamitenhaine den Boden beschatteten, die Pflanzendecke geändert! Zu wiederholten Malen bildete die Fundstätte der Kalamiten den Grund eines Meeres, in welchem sich die Korallenriffe aufbauten, die jetzt als bleiche Dolomitkuppen dem dunkeln alten Schiefer aufgesetzt sind, zu wiederholten Malen standen hier Laub- und Nadelwälder mit hochragenden Kronen, zu wiederholten Malen wurden diese Waldbestände wieder vernichtet und zerstört; mächtige Eismassen erfüllten das ganze Thalgelände, und Primeln, Steinbreche und Gentianen sproßten auf dem von den Eisströmen abgelagerten Moränenschutte.

„Ebbe und Flut — so wechselt der Tod und das blühende Leben,
Blumen pflanzet die Zeit auf das vergessene Grab."

Register zum I. und II. Band.

Die nach einem Worte stehenden römischen Ziffern I und II verweisen auf den Band, in welchem das betreffende Wort zu suchen ist. Das Kreuzchen (†) hinter einer Ziffer verweist auf eine Chromotafel, das Sternchen (*) auf eine Textabbildung. Die Autorennamen sind durch gesperrte Schrift hervorgehoben.





Druck vom Bibliographischen Institut in Leipzig.
(Holzfreies Papier.)

Druckfehler-Berichtigungen.

Band I.

Seite 8, Zeile 7 von oben lies: „Entwickelung“ statt „Entwickelun“.
= 26, = 18 von oben lies: „Kryokonit“ statt „Kryokolith“.
= 35, = 3 von unten lies: „Schneefelder“ statt „Schneefelden“.
= 86, = 2 von unten lies: „Colocasia“ statt „Collocasia“.
= 87, = 7 von oben lies: „Lerchensporn“ statt „Lärchensporn“.
= 115 in der Figurenerklärung lies: „5“ statt „1“, „1“ statt „2“, „2“ statt „3“ und „3“ statt „5“.
= 170, = 8 von unten lies: „h“ statt „Fig. 8“.
= 170, = 19 von unten lies „Neottia“ statt „Neotia“.
= 171, = 4 von oben lies: „k, l“ statt „Fig. 10, 11“.
= 208, = 9 von oben lies: „barbara“ statt „barbata“.
= 216, = 2 von oben lies: „Saxifraga“ statt „Saxi-“.
= 221, = 7 von unten lies: „Bei den Blättern“ statt „Die Blätter“.
= 225, = 10 von unten lies: „Gallertflechten“ statt „Gallertflächen“.
= 225, = 7 von unten lies: „bei“ statt „be-“.
= 234, = 16 von unten lies: „platt“ statt „glatt“.
= 234, = 4 von unten lies: „Schwemmwasser“ statt „Schwammwasser“.
= 288, = 2 von oben u. f. lies: „Schotengewächse“ statt „Schottengewächse“.
= 346, = 14 von unten lies: „Anthoceros“ statt „Anthoceras“.
= 428 in der Figurenerklärung lies: „autumnale“ statt „autumale“.
= 451, Zeile 9 von unten u. f. lies: „typhinum“ statt „typhynum“.
= 536, = 12 von unten u. f. lies: „Hydrodictyon“ statt „Hydrodyction“.
= 550, = 10 und 11 von unten lies: „Cystosira“ statt „Cystosyra“.
= 631, = 3 von unten lies: „zwischen“ statt „zwichsen“.

Band II.

Seite 68, Zeile 1 von unten lies: „diese“ statt „diesen“.
= 113, = 5 von unten lies: „schützender“ statt „schützenden“.
= 116, Zeile 3 von oben lies: „geschlossen sind“ statt „geschlossen“.
= 139, = 5 von unten lies: „Gynerium“ statt „Gynereum“.
= 178, = 11 von oben lies: „grandiflorum“ statt „procumbens“.
= 179, = 17 von unten lies: „Halimocnemis“ statt „Anabasis“.
= 183, = 9 von oben lies: „Hydrangea“ statt „Hydrangaea“.
= 187, = 19 von oben u. f. lies: „Symphytum“ statt „Symphitum“.
= 189, = 13 von unten lies: ‚Anemone“ statt „Anemonc“.
= 225, = 15 von unten lies: „lutea“ statt „flava“.
= 261, = 9 von unten lies: „Sinnpflanze“ statt „Sinpflanze“.
= 266, = 9 von unten lies: „Sarothamnus“ statt „Sarrothamnus“.

Druckfehler-Berichtigungen zum I. und II. Band.

Seite 295, Zeile 17 von unten lies: „übertragung" statt „Ubertragung".
" 298, " 1 von oben lies: „Curvispina" statt „Carvispina"
" 361, " 16 von oben lies: „Portulaceen" statt Protulaceen".
" 423, " 7 von unten lies: „selinum" statt „selium".
" 425 Berichtigung der Erklärung von „Fig. 13" s. „S. 692".
" 446, Zeile 2 von unten lies: „mg" statt „g".
" 475, " 9 von oben lies: „Hydrodiction" statt „Hydrodyction".
" 490, " 22 von unten lies: „Hypothese" statt „Hyipothese".
" 504, " 6 von oben lies: „Anthokyan" statt „Antokyan".
" 517, " 24 von oben lies: „Exoascus" statt „Excascus".
" 523, " 6 von oben lies: „Pachypappa" statt „Pachypapa".
" 523 in der Figurenerklärung lies: „spirotheca" statt „spirothecca".
" 526 in der Figurenerklärung lies: „Diplosis botularia" statt „Cecidomyia acrophila".
" 527, Zeile 12 von oben lies: „Diplosis botularia" statt „Cecidomyia acrophila".
" 533, " 17 von unten lies: „Biorhiza" statt Borkiza".
" 536, " 24 von unten lies: „Wanze" statt „Gallmücke".
" 536, " 23 von unten lies: „Laccometopus" statt „Lactomelopus".
" 542, " 19 von unten lies: „Gallwespe" statt „Gallmücke".
" 545, " 4 von oben lies: „Purpurweide" statt „Purpurwinde".
" 583, " 16 von unten lies: „Pflanzenart" statt „Pflanzenwelt".
" 539, " 21 von oben lies: „Chamaedrys" statt „Camaedrys".
" 617 die Erklärung der „Fig. 1" ist durch die von „Fig. 2" zu ersetzen.
" 621, Titel „Fucoideae" statt „Fucoideen".
" 624, Titel „Characeae" statt „Characeen".
" 625, Zeile 20 von oben lies: „Parthenogenese" statt „Parthogenese".
" 631, " 2 von unten lies: „erscheint" statt „er scheint".
" 634, " 20 von unten lies: „barbara" statt „barbata".
" 638, " 11 von unten lies: „Arceuthes" statt „Aceutes".
" 646, " 5 von unten lies: „647" statt „447".
" 646, " 14 von unten lies: „Knospenlage" statt „Knospenanlage".
" 649, " 10 von unten lies: " " "
" 733, " 11 von unten lies: „zeigen" statt „zegen".
" 740, " 7 von unten u. f. lies: „Froschbiß" statt „Froschbieß".
" 816, " 12 von unten lies: „virgineum" statt „Virginicum".

VERLAGS-VERZEICHNIS

DES

BIBLIOGRAPHISCHEN INSTITUTS

LEIPZIG UND WIEN.

Encyklopädische Werke.

***Meyers Konversations-Lexikon**, vierte Auflage.* Mit 3600 Abbildungen im Text, 550 Karten- und Illustrationsbeilagen.

	M.	Pf.
Gebunden, in 16 Halbfranzbänden . . . . . . à	10	—

Ergänzungs- und Registerband dazu.

	M.	Pf.
Gebunden in Halbfranz	10	—

Erstes Jahres-Supplement dazu.

	M.	Pf.
Gebunden in Halbfranz	10	—

Wandregal zu *Meyers Konv.-Lexikon.*

	M.	Pf.
In Eiche	25	—
In Nußbaum	28	—
Dieselben mit Glasthüren 10 Mark mehr.		

***Meyers Hand-Lexikon des allgemeinen Wissens**, vierte Auflage,* mit über 100 Illustrationstafeln, Karten etc.

	M.	Pf.
Gebunden in 2 Halbfranzbänden	16	—

Naturgeschichtliche und geographische Werke.

Allgemeine Naturkunde.

Ranke, Der Mensch. Mit 991 Abbildungen im Text, 6 Karten und 32 Chromotafeln.

	M.	Pf.
Geheftet, in 26 Lieferungen . . . . à	1	—
Gebunden, in 2 Halbfranzbänden	32	—

Neumayr, Erdgeschichte. Mit 916 Abbildungen im Text, 4 Karten und 27 Chromotafeln.

	M.	Pf.
Geheftet, in 28 Lieferungen . . . . à	1	—
Gebunden, in 2 Halbfranzbänden	32	—

Ratzel, Völkerkunde. Mit 1200 Abbildungen im Text, 5 Karten und 30 Chromotafeln.

	M.	Pf.
Geheftet, in 42 Lieferungen . . . . à	1	—
Gebunden, in 3 Halbfranzbänden	48	—

Kerner, Pflanzenleben. Mit nahezu 1000 Abbildungen im Text und 40 Chromotafeln.

	M.	Pf.
Geheftet, in 30 Lieferungen . . . . à	1	—
Gebunden, in 2 Halbfranzbänden	32	—

***Brehms Tierleben**, III. Auflage.* Mit 1800 Abbild. im Text, 9 Karten und 180 Tafeln in Holzschnitt und Chromodruck. *(Im Erscheinen.)*

	M.	Pf.
Geheftet, in 130 Lieferungen . . . . à	1	—
Gebunden, in 10 Halbfranzbänden . . . . . . à	15	—

Brehms Tierleben, Volks-Ausgabe von *Fr. Schödler,* mit 1282 Abbildungen im Text und 3 Chromotafeln.

	M.	Pf.
Gebunden, in 3 Halbfranzbänden	30	—

Brehms Tierbilder.

	M.	Pf.
Kartoniert	5	—
Gebunden	5	50

Sievers, Afrika. Mit 130 Abbild. im Text, 12 Karten u. 16 Tafeln in Chromodruck u. Holzschnitt. *(Im Erscheinen.)*

	M.	Pf.
Geheftet, in 10 Lieferungen . . . . à	1	—
Gebunden, in Halbfranz	12	—

= Umrechnungskurs: 1 Mark = 60 Kr. ö. W. = 1 Fr. 35 C. =

Klassiker.

☞ *Alle Bände in elegantem Leinwand-Einband: für feinsten Liebhaber-Saffianband sind die Preise um die Hälfte höher.*

Deutsch.

(Textrevision von H. Kurz, F. Bornmüller und Dr. E. Elster.)

	Geb. M.	Pf.
Goethe (mit allen abweichenden Lesarten), 12 Bde.	30	—
Schiller, 6 Bände	15	—
— 8 Bände (vollständigste Ausgabe)	20	—
Lessing, 5 Bände	12	—
Herder (mit allen abweichenden Lesarten), 4 Bde	10	-
Wieland, 3 Bände	6	—
H. v. Kleist, 2 Bände	4	—
Chamisso, 2 Bände	4	—
E. T. A. Hoffmann, 2 Bände	4	
Lenau, 2 Bände	4	—
Heine (mit allen abweichenden Lesarten), 7 Bände	16	—

Englisch.

	M.	Pf.
Altenglisches Theater, von *Robert Prölß*, 2 Bände	4	50
Burns, Lieder und Balladen, von *K. Bartsch*	1	50
Byron, Ausgewählte Werke, *Strodtmann*sche Ausgabe, 4 Bände	8	—
Chaucer, Canterbury-Geschichten, von *W. Hertzberg*	2	50
Defoe, Robinson Crusoe, von *K. Altmüller*	1	50
Goldsmith, Der Landprediger, von *K. Eitner*	1	25
Milton, Das verlorne Paradies, von *Demselben*	1	50
Scott, Das Fräulein vom See, von *H. Viehoff*	1	—
Shakespeare, *Dingelstedt*sche Ausg. mit Biogr. von *R. Genée*, 9 Bände	18	—
— Leben und Werke, von *R. Genée*	4	—
Shelley, Ausgew. Dichtungen, von *Ad. Strodtmann*	1	50
Sterne, Die empfindsame Reise, von *K. Eitner*	1	25
— Tristram Shandy, von *F. A. Gelbcke*	2	—
Tennyson, Gedichte, von *Ad. Strodtmann*	1	25
Amerikanische Anthologie, von *Ad. Strodtmann*	2	—

Französisch.

	M.	Pf.
Beaumarchais, Figaros Hochzeit, von *Fr. Dingelstedt*	1	—
Chateaubriand, Erzählungen, von *M. v. Andechs*	1	25
La Bruyère, Die Charaktere, von *K. Eitner*	1	75
Lesage, Der hinkende Teufel, von *L. Schücking*	1	25
Mérimée, Ausgewählte Novellen, von *Ad. Laun*	1	25
Molière, Charakter-Komödien, von *Demselben*	1	75
Rabelais, Gargantua, von *F. A. Gelbcke*, 2 Bände	5	—
Racine, Tragödien, von *Ad. Laun*	1	50
Rousseau, Bekenntnisse, von *L. Schücking*, 2 Bde.	3	50
— Briefe, von *Wiegand*	1	—
Saint-Pierre, Paul und Virginie, von *K. Eitner*	1	—
Sand, Ländliche Erzählungen, von *Aug. Cornelius*	1	25
Staël, Corinna, von *M. Bock*	5	-
Töpffer, Rosa und Gertrud, von *K. Eitner*	1	25

Italienisch.

	Geb. M.	Pf.
Ariost, Der rasende Roland, von *J. D. Gries*, 2 Bde.	4	—
Dante, Göttliche Komödie, von *K. Eitner*	2	—
Leopardi, Gedichte, von *R. Hamerling*	1	—
Manzoni, Die Verlobten, von *E. Schröder*, 2 Bände	3	50

Spanisch und Portugiesisch.

	M.	Pf.
Camoëns, Die Lusiaden, von *K. Eitner*	1	25
Cervantes, Don Quichotte, von *Edm. Zoller*, 2 Bde.	4	—
Cid, Romanzen, von *K. Eitner*	1	25
Spanisches Theater, von *Rapp* und *Kurz*, 3 Bände	6	50

Skandinavisch und Russisch.

	M.	Pf.
Björnson, Bauern-Novellen, von *E. Lobedanz*	1	25
— Dramatische Werke, von *Demselben*	2	—
Holberg, Komödien, von *R. Prutz*, 2 Bände	4	—
Puschkin, Dichtungen, von *F. Löwe*	1	—
Tegnér, Frithjofs-Sage, von *H. Viehoff*	1	—

Orientalisch.

	M.	Pf.
Kalidasa, Sakuntala, von *E. Meier*	1	—
Morgenländische Anthologie, von *Demselben*	1	25

Altertum.

	M.	Pf.
Äschylos, Dramen, von *A. Oldenberg*	1	—
Anthologie griechischer und römischer Lyriker, von Jakob Mähly, 2 Teile in 1 Band geb.	2	
Euripides, Ausgewählte Dramen, von *J. Mähly*	1	50
Homer, Odyssee, von *F. Ehrenthal*	1	50
— Ilias, von *Demselben*	2	50
Sophokles, Dramen, von *H. Viehoff*	2	50

	M.	Pf.
Geschichte der neuern Litteratur, von Prof. Dr. *Ad. Stern*. Zweiter Abdruck. Sieben Bände	15	—
Geschichte der antiken Litteratur, von *Jakob Mähly*, 2 Teile in 1 Band gebunden	3	50
Schillers Leben und Dichten, von *C. Hepp*. Mit 2 Faksimiles und 51 Abbildungen. Gebunden	5	—

Wörterbücher.

	M.	Pf.
Dudens Orthographisches Wörterbuch der deutschen Sprache, *dritte Auflage*. Gebunden	1	60

Meyers Sprachführer,

	M.	Pf.
Englisch — Französisch — Italienisch, geb. à	2	50
Arabisch — Türkisch - à	5	—
Spanisch — Russisch - à	3	—

Meyers Volksbücher.

Jedes Bändchen ist einzeln käuflich. Preis jeder Nummer 10 Pfennig.

Althaus, Märchen aus der Gegenwart. 508–510.
Andersen, Bilderbuch ohne Bilder. 860.
Archenholz, Preuß. Armee vor und in dem Siebenjährigen Kriege. 840
Arndt, Gedichte. 825. 826.
— Meine Wanderungen und Wandelungen mit dem Reichsfreiherrn vom Stein. 827–829.
Arnim, Die Ehenschmiede. – Der tolle Invalide. – Fürst Ganzgott und Sänger Halbgott. 349. 350.
— Isabella von Ägypten. 530. 531.
Äschylos, Orestie (Agamemnon. – Das Totenopfer. – Die Eumeniden). 533. 534.
– Der gefesselte Prometheus. 237
Beaumarchais, Figaros Hochzeit. 298.
Beer, Struensee. 343. 344. [299.
Bellamy, Ein Rückblick. 2000–1887. 830–833.
Biernatzki, Der braune Knabe. 513–517.
— Die Hallig. 412–414.
Björnson, Arne. 53. 54.
— Bauern-Novellen. 134. 135.
— Zwischen den Schlachten. 408.
Blum, Ich bleib's ledig. 507.
Blumauer, Virgils Äneis. 368–370.
Börne, Aus meinem Tagebuche. 234.
— Vermischte Aufsätze. 467.
Brehm, Die Bären. 757. 758.
— Die Haushunde. 759 760.
— Löwe und Tiger. 756.
— Die Menschenaffen. 754. 755.
Brentano, Geschichte vom braven Kasperl. 460. [236.
— Gockel, Hinkel und Gackeleia. 235.
— Märchen I. 564–568.
— Märchen II. 569–572
Büchner, Dantons Tod. 703. 704. [383.
Bülow, I. Shakespeare-Novellen. 381–
— II. Spanische Novellen. 384–386.
— III. Französische Novellen. 387–389.
— IV. Italienische Novellen. 390–392.
— V. Englische Novellen. 473. 474.
— VI. Deutsche Novellen. 475. 476.
Bürger, Gedichte. 272. 273.
Burns, Lieder und Balladen. 748–750.
Byron, Harolds Pilgerfahrt. 398. 399.
— Die Insel. – Beppo – Die Braut von Abydos. 188. 189
— Don Juan. I–VI. 192–194.
— Der Korsar. – Lara. 87. 88.
— Manfred. – Kain. 132. 133.
— Mazeppa. – Der Gjaur. 159
— Sardanapal. 451. 452. [851
Caballero, Andalusische Novellen. 849–
Cäsar, Denkwürdigkeiten vom Gallischen Krieg. 773–776.
Calderon, Festmahl des Belsazer. 334.
— Gomez Arias. 512.
Cervantes, Don Quichotte I. 777–780.
— Don Quichotte. II. 781–784
— Don Quichotte. III. 785–788.
— Don Quichotte. IV. 789–793.
— Neun Zwischenspiele. 576. 577.
Chamisso, Gedichte. 263–268
— Peter Schlemihl. 92.
Chateaubriand, Atala – René. 163. 164.
— Der Letzte der Abencerragen. 418.
Chinesische Gedichte. 618.
Claudius, Ausgewählte Werke. 681–683.
Collin, Regulus. 573. 574.
Dante, Das Fegefeuer. 197. 198.
— Die Hölle. 195. 196.
— Das Paradies. 199. 200
Daudet, Fromont junior und Risler senior. 855–858
Defoe, Robinson Crusoe. 110. 113.
Diderot, Erzählungen. 643. 644.
Droste-Hülshoff, Bilder aus Westfalen. – Bei uns zu Lande auf dem Lande
– Die Judenbuche. 323 [691
– Lyrische Gedichte. 479–483
— Die Schlacht im Loener Bruch. 439.
Eichendorff, Ahnung und Gegenwart. 551–555. [540. 541
— Aus dem Leben eines Taugenichts.
Eichendorff, Gedichte. 544–548.
— Julian. – Robert und Guiscard. – Lucius. 542. 543.
— Kleinere Novellen. 632–635.
— Das Marmorbild. – Das Schloß Dürande. 549. 550.
Einhard, Kaiser Karl der Große. 854.
Erckmann-Chatrian, Erlebnisse eines Rekruten von 1813. 817–819.
Eulenspiegel. 710. 711.
Euripides, Hippolyt. 575.
— Iphigenia bei den Tauriern. 342.
— Iphigenie in Aulis. 539.
— Medea. 102.
Feuchtersleben, Zur Diätetik der Seele. 616. 617.
Fichte, Reden an die deutsche Nation.
Fouqué, Undine. 285. [453–455
— Der Zauberring. 501–506.
Friedrich der Große, Aus den Werken. 796. 797.
Der Froschmäusekrieg. 721.
Deutscher Humor. 805. 806.
Fürst Bismarcks Reden. 807–810.
Gaudy, Venezian. Novellen. 494–496.
Gellert, Fabeln u. Erzählungen. 231–233.
Goethe, Clavigo. 224.
— Dichtung und Wahrheit. I. 669–671.
— Dichtung und Wahrheit. II. 672–675.
— Dichtung und Wahrheit. III. 676–678.
— Dichtung und Wahrheit. IV. 679. 680.
— Egmont. 57.
— Faust I. 2. 3.
— Faust II. 106–108
— Ausgewählte Gedichte. 216. 217.
— Götz von Berlichingen. 48. 49.
— Hermann und Dorothea. 16.
— Iphigenie. 80.
— Italienische Reise. 258–262.
— Die Laune des Verliebten. – Die Geschwister. 434.
— Werthers Leiden. 23. 24.
— Wilh. Meisters Lehrjahre. 201–207
— Die Mitschuldigen. 431.
— Die natürliche Tochter. 432. 433.
— Reineke Fuchs. 186. 187.
— Stella. 394.
— Torquato Tasso. 89. 90.
— Die Wahlverwandtschaften. 103–105
Goethe-Schiller, Xenien. 208
Goldoni, Der wahre Freund. 841. 842.
Goldsmith, Der Landprediger von Wakefield. 638–640.
Grabbe, Napoleon. 338. 339.
Griechische Lyriker. 641. 642 [283.
Grimmelshausen, Simplicissimus. 278–
Guntram, Dorfgeschichten. 658–660
Hagedorn, Fabeln und Erzählungen. 425–427. [60 61
Hauff, Die Bettlerin vom Pont des Arts.
— Das Bild des Kaisers. 601. 602.
— Jud Süß. – Othello. 95. 96.
— Die Karawane. 137. 138.
— Lichtenstein. 34–38.
— Der Mann im Mond. 415–417.
— Memoiren des Satan. 604–607.
— Phantasien im Bremer Ratskeller 600.
— Die Sängerin. – Letzte Ritter von Marienburg. 130. 131.
— Scheik von Alessandria. 139. 140.
— Das Wirtshaus im Spessart. 141. 142.
Hebel, Schatzkästlein des rheinischen Hausfreundes. 286–288
Heine, Atta Troll. 410
— Buch der Lieder. 243–245
— Deutschland. 411.
— Florentinische Nächte. 655.
— Neue Gedichte. 246. 247.
— Die Harzreise. 250
— Aus den Memoiren des Herren von Schnabelewopski. 654.
— Die Nordsee. — Das Buch Le Grand. 485. 486.
— Romanzero. 248. 249.
Herder, Der Cid. 100. 101 [322.
— Über den Ursprung der Sprache. 321.
— Volkslieder. 461–464.
Hippel, Über die Ehe. 441–443.
Hoffmann, Der goldene Topf. 161. 162.
— Doge und Dogaresse etc. 610. 611.
— Das Fräulein von Scuderi. 15.
— Das Majorat. 153.
— Meister Martin. 46.
— Rat Krespel etc. 608. 609.
— Der unheiml. Gast. – Don Juan. 129.
Holberg, Hexerei oder Blinder Lärm. 521
— Jeppe vom Berge. 308
— Die Maskerade. 520.
— Der politische Kannegießer. 620.
Hölderlin, Gedichte. 190. 191.
— Hyperion. 471. 472.
Holmes, Der Professor am Frühstückstisch. 627–629.
Homer, Ilias. 251–256.
— Odyssee. 211–215.
Hufeland, Die Kunst, das menschliche Leben zu verlängern. 535–538.
Humboldt, A. v., Ansichten der Natur. 834–839.
Humboldt, W. v., Briefe an eine Freundin. 302–307.
Ibsen, Die Wildente. 770. 771
— Rosmersholm. 852. 853.
Iffland, Die Jäger. 340. 341.
— Die Mündel. 625. 626.
— Der Spieler. 395. 396.
— Verbrechen aus Ehrsucht. 623. 624.
Immermann, Der Oberhof. 81–84.
— Der neue Pygmalion. 85
— Tristan und Isolde. 428–430.
— Tulifäntchen. 477. 478
Irving, Die Legende von der Schlafhöhle. – Dolph Heyliger. 651. 652.
— Sagen von der Alhambra. 180.
Jean Paul, Des Feldpredigers Schmelzle Reise nach Flätz. 650.
— Flegeljahre. 28–33.
— Der Komet. 144–148
— Siebenkäs. 115–120.
Jókai, Novellen. 712–714.
Jung-Stillings Leben. 310–314.
Kant, Von der Macht des Gemüts. 325.
— Kritik der reinen Vernunft. 761–769.
Kleist, Erzählungen. 73. 74.
— Die Familie Schroffenstein. 465. 466.
— Die Herrmannsschlacht. 178. 179.
– Das Käthchen von Heilbronn. 6. 7.
– Michael Kohlhaas. 19. 20.
– Penthesilea. 351. 352.
– Der Prinz von Homburg. 160.
— Der zerbrochene Krug. 86.
Klinger, Sturm und Drang. 599
Knigge, Über den Umgang mit Menschen 294–297.
Kopisch, Ausgew. Gedichte. 636. 637.
— Das Karnevalsfest auf Ischia. – Die blaue Grotte. 583. 584
Körner, Der grüne Domino. 700
– Erzählungen. 143.
– Leier und Schwert. 176
– Der Nachtwächter. 657
— Der Vetter aus Bremen. 656
— Zriny. 42. 43
Kortum, Die Jobsiade. 274–277.
Kotzebue, Die deutschen Kleinstädter. 171.
— Die beiden Klingsberg. 257.
— Menschenhaß und Reue. 526. 527
— Pagenstreiche. 524. 525.
La Bruyère, Die Charaktere. 743–747.
Lenau, Die Albigenser. 156. 157.
— Ausgewählte Gedichte. 12–14.
— Faust. – Don Juan. 614. 615.
— Savonarola. 154. 155.
Lesage, Der hinkende Teufel. 69–71.
Lessing, Emilia Galotti. 39.
— Gedichte. 241. 242.
— Hamburgische Dramaturgie. 725 bis 731.
— Laokoon. 25–27.
— Minna von Barnhelm. 1.
— Miß Sara Sampson. 209. 210.
— Nathan der Weise. 62. 63.
— Vademekum für Pastor Lange. 348.

Lichtenberg, Bemerkungen vermischten Inhalts. 665–668.
Luther, Tischreden. I. 400.
— Tischreden II. 715.
— Tischreden III. 716.
— Tischreden IV. 751–753.
— Tischreden V. 801. 802.
— Tischreden VI. 803. 804.
Maistre, Der Aussätzige von Aosta. 724.
— Die Reise um mein Zimmer. 859.
Matthisson, Gedichte. 484.
Meinhold, Die Bernsteinhexe. 592–594.
Mendelssohn, Phädon. 528. 529.
Mérimée, Colomba. 93. 94.
— Kleine Novellen. 136.
Milton, Das verlorne Paradies. 121–124.
Molière, Die gelehrten Frauen. 109.
— Der Misanthrop. 165.
— Der Tartüff. 8.
Möser, Patriot. Phantasien. 422–424.
Müllner, Die Schuld. 595. 596.
Münchhausens Reisen und Abenteuer. 800. 801.
Musäus, Legenden von Rübezahl. 72.
— Volksmärchen. I. 225. 226.
— Volksmärchen II. 227. 228.
— Volksmärchen III. 229. 230.
— Volksmärchen IV. 621. 622.
Nathusius, Aus dem Tagebuch eines armen Fräuleins. 794. 795.
Neugriechische Gedichte. 619.
Novalis, Heinrich von Ofterdingen. 497. 498.
Oehlenschläger, Correggio. 469. 470.
Pestalozzi, Lienhard und Gertrud. 315–320.
Petöfi, Gedichte. 645–647.
Platen, Die Abbassiden. 630. 631.
— Gedichte. 269. 270.
Puschkin, Boris Godunof. 293.
Racine, Athalia. 172.
— Britannicus. 409.
— Phädra. 440.
Raimund, Der Bauer als Millionär. 436.
— Der Verschwender. 437. 438.
Raupach, Der Müller u. sein Kind. 435.
Römische Lyriker, Ausgewählte Gedichte. 578. 579.
Russische Novellen. 653.
Saint-Pierre, Paul und Virginie. 51. 52.
Sallet, Laien-Evangelium. 487–490.
— Schön Irla. 511.
Sand, Franz der Champi. 97. 98.
— Der Teufelssumpf. 47.
Saphir, Album geselliger Thorheiten. 720.
— Genrebilder. 717.
— Humoristische Vorlesungen. 718. 719
Schenkendorf, Gedichte. 336. 337.
Schiller, Die Braut von Messina. 184. 185.
— Don Karlos. 44. 45.
— Erzählungen. 91.
— Fiesko. 55. 56.
— Ausgewählte Gedichte. 169. 170.
— Der Geisterseher. 21. 22.
— Die Jungfrau von Orleans. 151. 152.
— Die Geschichte des Dreißigjährigen Kriegs. 811–816.
Schiller, Kabale und Liebe. 64. 65.
— Maria Stuart. 127. 128.
— Der Neffe als Onkel. 456.
— Die Räuber. 17. 18.
— Turandot. 612. 613.
— Über naive und sentimentalische Dichtung. 346. 347.
— Über Anmut und Würde. 99.
— Wallenstein I. 75. 76.
— Wallenstein II. 77. 78.
— Wilhelm Tell. 4. 5.
Schlegel, Englisches und spanisches Theater. 356–358.
— Griechisches und römisches Theater. 353–355.
Schleiermacher, Monologe. 468
Schopenhauer, Aphorismen zur Lebensweisheit. 845–848.
Schubart, Leben und Gesinnungen. 491–493.
Schulze, Die bezauberte Rose. 772.
Schwab, Aneas. 741. 742.
— Die Argonauten-Sage. 693
— Doktor Faustus. 405.
— Bellerophontes. – Theseus. – Ödipus. – Die Sieben gegen Theben. – Die Epigonen. – Alkmäon. 696. 697.
— Fortunat und seine Söhne. 401. 402.
— Griseldis. – Robert der Teufel. – Die Schildbürger. 447. 448.
— Herkules und die Herakliden. 694. 695.
— Die vier Heymonskinder. 403. 404.
— Hirlanda. – Genovefa. – Das Schloß in der Höhle Xa Xa. 449. 450.
— Die schöne Melusina. 284.
— Kaiser Octavianus. 406. 407.
— Odysseus. 738–740.
— Kleine Sagen des Altertums. 309.
— Die Sagen Trojas. 732–736.
— Der gehörnte Siegfried. – Die schöne Magelone. – Der arme Heinrich. 445. 446.
— Die letzten Tantaliden. 737.
Scott, Das Fräulein vom See. 330. 331.
Seume, Mein Leben. 359. 360.
— Mein Sommer. 499. 500.
Shakespeare, Antonius und Kleopatra. 222. 223.
— Coriolan. 374. 375.
— Cymbelin. 556. 557.
— Ende gut, Alles gut. 562. 563.
— Hamlet. 9. 10.
— Julius Cäsar. 79
— Der Kaufmann von Venedig. 50.
— König Heinrich IV. 1. Teil. 326. 327.
— König Heinrich IV. 2. Teil. 328 329.
— König Heinrich VIII. 419. 420.
— König Lear. 149. 150
— König Richard III. 125. 126.
— Macbeth. 158.
— Othello. 58. 59.
— Romeo und Julie. 40. 41.
— Ein Sommernachtstraum. 218.
Shakespeare, Der Sturm. 421.
— Verlorne Liebesmüh'. 518. 519.
— Viel Lärm um Nichts. 345
— Was ihr wollt. 558. 559.
— Die lustigen Weiber von Windsor. 177.
— Wie es euch gefällt. 560. 561.
— Wintermärchen. 220. 221.
— Die Zähmung der Keiferin. 219.
Shelley, Die Cenci. 522. 523.
— Königin Mab. 582.
— Lyrische Gedichte. – Alastor. 581.
Smith, Nachgelassene Denkwürdigkeiten. 603.
Sophokles, Antigone. 11.
— Der rasende Ajas. 580.
— Elektra. 324
— König Ödipus. 114.
— Ödipus auf Kolonos. 292.
— Philoktetes. 397.
— Die Trachinierinnen. 444.
Sterne, Empfindsame Reise. 167 168.
Stieglitz, Bilder des Orients. 585–591.
Tasso, Das befreite Jerusalem. 684–690.
Tegnér, Frithjofs-Sage. 174. 175.
Tennyson, Ausgewählte Dichtungen. 371 bis 373.
Tieck, Der Alte vom Berge. 290. 291.
— Der Aufruhr in den Cevennen 661–664.
— Die Gemälde. 289.
— Des Lebens Überfluß. 692.
— Shakespeare-Novellen. 332. 333.
Töpffer, Rosa und Gertrud. 238–240.
Törring, Agnes Bernauer. 393.
Ungarische Volkslieder. 843. 844
Varnhagen von Ense, Blücher. 705–709.
— Fürst Leopold von Dessau. 796–800.
Vega, Lope de, Kolumbus. 335.
Viehoff, Blütenstrauß französischer und englischer Poesie. 597.
Voltaire, Philosophische Aufsätze. 648. 649.
Von-Wisin, Der Landjunker. 698. 699.
Voß, Luise. 271.
Waldau, Aus der Junkerwelt. 376–380.
Werner, Martin Luther. 722. 723.
Wieland, Clelia u. Sinibald. 457. 459.
— Gandalin. 182. 183.
— Musarion. — Geron der Adelige. 166.
— Oberon. 66–68.
— Pervonte oder die Wünsche. 459.
— Schach Lolo etc. 598.
— Das Wintermärchen. – Das Sommermärchen. 532.
Wolzogen, Schillers Leben. 820–824.
Zachariä, Der Renommist. 173.
Zschokke, Abenteuer einer Neujahrsnacht. – Das blaue Wunder. 181.
— Der Feldweibel. – Die Walpurgisnacht. – Das Bein. 366. 367.
— Das Goldmacherdorf. 701. 702.
— Kleine Ursachen etc. 363. 364.
— Kriegerische Abenteuer eines Friedfertigen. 365.
— Der tote Gast. 361. 362.

Die Sammlung wird in rascher Folge fortgesetzt. Bei Bestellungen genügt Angabe der den Titeln beigedruckten Nummern. Neue Verzeichnisse gratis durch jede Buchhandlung.

Meyers Reisebücher.

	M.	Pf.
Süd-Frankreich, 3. Auflage, geb.	6	-
Paris und Nord-Frankreich, 3. Auflage, geb.	6	
Ägypten, Palästina und Syrien, 2. Auflage, geb.	12	—
Türkei und Griechenland, die unteren Donauländer und Kleinasien, 2 Auflage, geb.	14	
Ober-Italien, 4. Auflage, geb.	10	—
Rom und die Campagna, 3. Auflage, geb.	10	—
Mittel-Italien, 4. Auflage, geb	8	—
Unter-Italien und Sizilien, 3. Auflage, geb	10	—
Italien in 60 Tagen, 4. Auflage, geb.	9	—
Norwegen, Schweden und Dänemark, 5. Aufl., geb.	4	-
Schweiz, 12. Auflage, geb.	5	—
Süd-Deutschland, 5. Auflage, geb.	5	—

	M.	Pf.
Deutsche Alpen. I. Teil: West- und Süd-Tirol. 3. Auflage, geb	3	50
— II. Teil: Mittel-Tirol. 3. Auflage, geb.	3	50
— III. Teil: Ostalpen. 2. Auflage, geb.	3	50
Rheinlande, 6. Auflage, geb.	4	—
Thüringen, 10. Auflage, kart.	2	—
Harz, 11. Auflage, kart.	2	—
Riesengebirge, 7. Auflage, kart.	2	
Schwarzwald, 5. Auflage, kart.	2	—
Dresden und die Sächsische Schweiz, 2. Aufl., kart.	2	—
Eine Weltreise, von Dr. *Hans Meyer.* Mit 100 Illustrationen. · Gebunden	6	—

Druck vom Bibliographischen Institut in Leipzig


Digitized by Google

